Naturwissenschaftliche Volksbücher

von

A. BERNSTEIN.

Naturwissenschaftliche

Volksbücher.

Von

A. Bernstein.

Wohlfeile Gesammt-Ausgabe.

Neunzehnter Band.

Dritte
vielfach verbesserte und vermehrte Auflage.

Zweiter, unveränderter Abdruck.

Berlin.
Verlag von Franz Duncker.
1869.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Das Recht der Ueberſetzung in fremde Sprachen iſt vorbehalten.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Die Sonne und das Leben. II.

I. Die physikalischen Vorgänge auf der Sonne . 1
II. Die dunklen Sterne und die Nebel-Massen des Weltraums 7
III. Die Kometen 12
IV. Der Aether 17
V. Der Zustand des Weltraumes und die Himmelskörper 22
VI. Die chemischen Leistungen der Sonne. . . . 27
VII. Wie die Sonnenstrahlen chemische Verbindungen vermitteln 32
VIII. Optisches Licht und chemisches Licht 40
IX. Das Chlor-Knallgas im Sonnenlicht 45
X. Wie man die chemische Kraft der Lichtstrahlen messen kann 50
XI. Die photochemische Einheit und der chemische Licht-Grad 55
XII. Vertheilung der chemischen Sonnen-Kraft an die einzelnen Planeten 61
XIII. Die chemischen Jahres- und Tageszeiten. . . 66
XIV. Vom chemischen Wetter 71
XV. Die unsichtbaren Lichtstrahlen 77
XVI. Sauerstoff und Ozon 83
XVII. Wie die Sonne die einzelnen Stoffe verbindungslustig macht 88
XVIII. Was ist Licht, wenn keine Augen existiren? . 92

		Seite
XIX.	Der Dove'sche Lichtmesser	97
XX.	Wie wir uns die Kraft vorstellen müssen . .	102
XXI.	Atomschwingungen und Aetherschwingungen . .	107
XXII.	Die Sonne als Vorbedingung des Lebens . .	112
XXIII.	Die Sonne weckt den Lebenskeim	116
XXIV.	Das Wachsen und Grünen der Pflanzen im Lichte	121
XXV.	Die chemische Sonnenkraft und die Kraft der lebenden Organismen	125
XXVI.	Die verschiedenen Kräfte sind nur Modifikationen Einer Kraft	129
XXVII.	Die Räthsel der Sonnenkraft	135
XXVIII.	Die Anziehungskraft und die Aetherschwingungen	139
XXIX.	Schlußbetrachtung	144

Die Sonne und das Leben. II.

I. Die physikalischen Vorgänge auf der Sonne.

Nachdem wir einen Ausflug in das Gebiet der neuesten Entdeckungen gemacht haben, der eine überaus große Ausbeute an neuen Thatsachen und neuen Anschauungen gewährt, müssen wir jetzt wieder zu unserem Hauptthema zurück, um den Gewinn zu betrachten, den diese Entdeckungen speziell für dieses darbieten.

Vor Allem haben wir zu bemerken, daß die Entdeckungen von Bunsen und Kirchhoff einen Aufschluß geben über die Verschiedenheit der Natur der einzelnen chemischen Urstoffe. — Bisher wußte man wohl, daß Eisen von anderer Beschaffenheit sei als Kupfer, daß Zink anders als irgend ein anderes Metall, und man besaß viele Merkmale, um jeden Stoff von einem andern zu unterscheiden. Diese bisherigen Merkmale waren das spezifische Gewicht jedes einzelnen Stoffes, die Festigkeit, mit welcher die einzelnen Theile an einander haften, das Verhalten eines Stoffes, wenn er Wärme aufnimmt,

wie stark die Wärme ihn ausdehnt, wie die Wärme sich in ihm verbreitet, wann er zu schmelzen anfängt, wann er sich in Dampf verwandelt. Ferner unterschied man die einzelnen Stoffe, je nachdem sie die Elektrizität leiten; hauptsächlich aber war das chemische Verhalten, die Art und Weise, wie sich jeder einzelne Stoff mit andern verbindet, ein wichtiges Merkmal, so daß man schon an all' dem gewahrte, es müsse wohl jeder der sechzig bekannten chemischen Urstoffe eine gewisse Besonderheit ein für alle Mal an sich haben, die ihn so verschiedenartig in vielen Beziehungen macht und seiner Verwandlung in einen andern Stoff widerstrebt.

Die denkenden Naturforscher haben sich nun sehr viele Mühe gegeben, um herauszubringen, ob die vielen Verschiedenheiten, die jeder einzelne Stoff zeigt, nicht irgend einen gemeinsamen Grund haben? Man stellte sich die Frage, warum wohl Eisen leichter sein mag als Blei? und weshalb schmilzt Blei leichter als Eisen? Schmelzen etwa die schweren Stoffe leichter, weshalb schmilzt denn Gold, das schwerer ist als Blei, nicht leichter, sondern schwerer als dieses? — Man suchte hin und her in allen einzelnen Eigenthümlichkeiten der Stoffe, um irgend ein Gesetz herauszufinden, das eine Eigenschaft aus der andern erklären läßt; allein bisher war das Suchen bis auf einen einzigen Punkt vergeblich. Es ist dem verdienstvollen Franzosen Dulong nur gelungen, nachzuweisen, daß ein gewisses Gesetz besteht, wonach die Fähigkeit jedes Stoffes, sich chemisch nach bestimmtem Gewicht zu verbinden, in einem ganz be-

stimmten Verhältniß steht zu der Leichtigkeit, mit welcher er Wärme aufnimmt. — Dieses Gesetz ist bisher leider trotz aller Forschungen das einzige geblieben, welches einen Zusammenhang zwischen dem physikalischen und dem chemischen Verhalten eines Stoffes nachweist. — Gegenwärtig ist nun durch Bunsen und Kirchhoff ein ganz neues Merkmal für jeden chemischen Urstoff bekannt geworden. — Eisen und Kupfer unterscheiden sich nicht blos in all' den bisher bekannten Merkmalen, sondern sie geben auch verschiedene Linien im Spektrum. — Von allen fünf und sechzig bekannten chemischen Elementen giebt nicht ein einziges dieselben Spektrum-Linien als das andere. Es fällt zwar sehr häufig eine einzelne Linie eines Metalles mit der einzelnen Linie eines andern zusammen; allein jedes der Metalle hat dann noch andere Linien, in welchen es sich wieder von allen andern unterscheidet. — Dieser Umstand ist gewiß nicht zufällig, sondern deutet darauf hin, daß der chemischen Verschiedenheit jedes Stoffes auch eine noch unbekannte physikalische Verschiedenheit desselben zu Grunde liegt, wovon die Verschiedenheit der Spektral-Linien nur ein neues Zeugniß ablegt.

Wir müssen nun aber noch eine zweite Bemerkung machen, die darthut, wie die Entdeckungen von Bunsen und Kirchhoff nicht blos über die Stoffe, sondern auch über die Atome der Stoffe einen Schimmer von Erkenntniß eröffnet. — Wir haben es bereits erwähnt, daß ein dreimilliontel Milligram von Natrium hinreicht, die Linie D im Spektrum zu zeigen. Dies macht es nun

an sich zweifellos, daß die Theilbarkeit der Materie weit über alle Grenzen unserer Wahrnehmbarkeit hinaus getrieben werden kann, ohne daß der Stoff seine spezifische Eigenthümlichkeit verliert. Die Linie D aber, oder die Doppellinie, in der sie bei starker Vergrößerung erscheint, ist wieder eine meßbare Größe, und wenn das Natrium in der Verbrennungsflamme, hinter welcher ein reines Licht leuchtet, als schwarze Linie erscheint, läßt sich das Stück des Farbenspektrums, das es verlöscht, genau bestimmen. In jedem Stück des Farbenspektrums ist aber die Summe der Lichtwellen eben durch die Farbe berechenbar. Es läßt sich also vermuthen, daß man auf diesem Wege zu ganz neuen Maßstäben für unendlich kleine Stoffgrößen gelangen wird, und man dereinst die unfaßbaren Atome nach Lichtwellen-Längen wird abschätzen können.

Schon gegenwärtig bildet das Licht einen Maßstab für Räume einer Unendlichkeit entgegengesetzter Art. Für die unendliche Ferne von Fixsternen hat man die Geschwindigkeit des Lichtes, das 40,000 Meilen in der Sekunde durcheilt, als Grundmaß angenommen. Man spricht jetzt in der Astronomie von Lichtzeiten, und versteht darunter die Zeit, welche das Licht braucht, um so ungeheure Entfernungen zu durchlaufen. Von dem der Sonne wahrscheinlich nächsten Fixstern im Sternbild des Centauren ist nachgewiesen, daß er drei Jahre und sechs Monate Lichtzeit von uns entfernt ist, das heißt, es dauere so lange, ehe ein Lichtstrahl von ihm zu uns den Raum durchmißt. — Wie nun Lichtzeit für das

bisher unermeßlich Große, so wird in der Folge wohl Lichtwellen-Länge ein wissenschaftlicher Maßstab für das bisher unsichtbare und unermeßlich Kleine des Atoms werden.

Wenden wir uns aber nunmehr vom Farbenbild des Sonnenspektrums zur Sonne selber, so gewahren wir, daß die neuesten Entdeckungen die ehemalige rein mechanische Anschauung von der Herrschergewalt dieses Himmelskörpers wesentlich nach der physikalischen Seite hin erweitert hat. Wir nehmen wahr, daß da droben nicht ein bloßer Vorrath von Kraft sich in unausgesetzter Verflüchtigung befindet, sondern daß ein Naturprozeß noch immer daselbst vorgeht, wo Stoffe in großer Anzahl in Verdampfung begriffen, von welchen auch mehrere auf unserer Erde allgemein sind. Daß viele uns unbekannte Stoffe gleichfalls daselbst an dem Verdampfungsprozesse Theil haben, das beweisen die Unmassen der Linien des Sonnenspektrums, für welche bis jetzt noch keine entsprechenden Substanzen auf der Erde gefunden worden. Die wesentlichsten der Stoffe aber sind Eisen, Calcium, Magnesium, Natrium und Wasserstoff in großen Mengen, und von diesen sind wiederum der Wasserstoff und das Eisen die überwiegend vorherrschenden Stoffe, so daß hierin nicht blos eine gewisse Aehnlichkeit mit dem auf der Erde vorherrschenden Metall sichtbar ist, sondern auch mit demjenigen Stoff, welchen Meteorsteine enthalten, die im Sonnensystem herumschwärmen und von Zeit zu Zeit zur Erde niederstürzen.

Bedenken wir hierbei, daß die Erscheinungen der dunkelen Linien des Sonnenspektrums darauf hinweisen, daß der Verdampfungs-Prozeß nicht nur in der leuchtenden Sonnenkugel vor sich geht, sondern auch in der gasartigen Umhüllung der Sonne, die nur sichtbar wird, wenn eine totale Sonnenfinsterniß stattfindet, bedenken wir, daß darin die beste Erklärung für die Erscheinung der Protuberanzen liegt, deren Angehörigkeit zur Sonne nunmehr als zweifellos angesehen werden darf, so kann man sich der Vermuthung nicht verschließen, daß der Weltraum keineswegs leer ist, daß vielmehr die Stoffe, die in der Nähe der Sonnenhülle verdampfen, dem Weltraum selber angehören, welchen die Sonne durcheilt und daß man demnach die rein mechanische Vorstellung, zu deren Gunsten man bisher eine Leere des Weltraums anzunehmen geneigt war, nur als eine Vorstellung betrachten darf, welcher unsere rechnende Astronomie freilich zur Vereinfachung ihrer Probleme bedarf, daß man jedoch der Wahrheit nicht näher kommt, wenn man nicht einen bloß mechanischen, sondern einen physikalischen Vorgang im ganzen Weltensystem waltend betrachtet.

Wir werden nunmehr zeigen, wie diese Anschauung auch von anderer Seite her ihre Unterstützung findet.

II. Die dunklen Sterne und die Nebel-Massen des Weltraums.

Die Vorstellung, daß sich die Himmelskörper im leeren Raum bewegen, ist eine solche, welche die Berechnung ihrer Bewegungen außerordentlich erleichtert. Man ist durch diese Annahme der großen Schwierigkeit überhoben, die Störungen zu berücksichtigen, welche ein jeder Körper durch die Reibung erleidet, wenn er seinen Weg durch einen Raum nimmt, der in irgend einer Weise ausgefüllt ist. Es gewährt diese Vorstellung auch noch die besondere Bequemlichkeit darin, daß man die Ursache der Bewegung eines Himmelskörpers auf einen einmaligen Stoß oder Impuls zurückführen kann, dessen Wirkung im absolut leeren Raum ewig verbleibt. Die Astronomie, in so fern sie sich vornehmlich mit der Mechanik des Himmels und den daraus folgenden Erscheinungen beschäftigt, räumt sich also durch die Vorstellung des leeren Raumes große Schwierigkeiten aus dem Wege, und hat noch dabei den Vortheil, für den Ursprung der Erscheinungen und für die Ewigkeit ihres Verlaufes sich gewissen gangbaren Anschauungen, welche man für religiös hält, anzuschließen.

Aber wie all' solche Voraussetzungen, welche blos unserem Fassungsvermögen zu Hülfe kommen sollen, schwindet auch diese mehr und mehr mit der Erweiterung der Wissenschaft, und gegenwärtig ist die Astronomie selber durch die Feinheit ihrer Beobachtungen ge-

zwungen, den leeren Raum zu verwerfen und für mechanische Erscheinungen eine Erklärung in der besonderen physikalischen Beschaffenheit des Weltraums zu suchen.

Bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts tauchte bei den großen Geistern der Astronomie der Gedanke auf, daß der Weltraum außer den leuchtenden Fixsternen auch noch unsichtbare und undurchsichtige Massen enthalten müsse. Wäre der Weltraum bis in die Unendlichkeit nur mit leuchtenden Sternen und sonst mit keiner undurchsichtigen und nicht leuchtenden Masse bevölkert, so müßten wir in jeder graden Richtung unseres Blickes, den wir zum Himmel erheben, dicht gedrängt bei einander Fixsterne an Fixsterne sehen, wie verschieden auch ihre Entfernungen hintereinander wären. In diesem Falle müßte uns eigentlich der ganze Sternenhimmel wie eine einzige hellleuchtende sonnenglänzende Hohlkugel erscheinen, in der einzelne Sterne gar nicht mehr erkennbar blieben, da es undenkbar ist, daß nicht nach jeder geraden Linie, wohin wir blicken, tief in der fernsten Ferne des Weltalls ein Fixstern ist der uns Licht zusendet. — Da wir aber gleichwohl dunkle Stellen neben leuchtenden Sternen erblicken, so ist es gewiß zweifellos, daß es Fernen im Weltall giebt, von welchen kein Licht bis zu uns dringt, und dies kann nur daher rühren, daß es entweder feste Massen im Weltraum giebt, die nicht leuchten, also das von hinter ihnen her aus der Ferne kommende Licht aufhalten, oder es sind nebelartige zerstreute Massen im Weltraume, die das

Licht absorbiren, so zu sagen dämpfen, so daß es aus weiter Ferne kommend unsichtbar bleibt.

Der geniale Denker John Herschel, der beide Möglichkeiten in Erwägung zog, kam auf den kühnen Schluß, daß beide Fälle stattfinden müssen. Er sagte: wenn nur dunkle, feste Massen untermischt mit leuchtenden Fixsternen den Weltraum bis in die Unendlichkeit ausfüllten, so würde dies nur einen Himmel abgeben, der fleckenweise sonnenglänzend und nachtschwarz erscheint, und nach allen Richtungen hin ein gleiches buntes Ansehen haben müßte, was nicht der Fall ist. Wären es aber bloß Nebelmassen, die das von weiter Ferne kommende Licht dämpfen, so würden wir trotzdem allenthalben einen gedämpften Lichtschein wahrnehmen, während wir jetzt oft neben hellen Sternen völlige Finsterniß finden und an einer Stelle des Himmels sogar große total schwarze Stellen sehen, die offenbar gar kein Licht also auch kein gedämpftes zu uns senden.

In der That haben sich auch beide Annahmen in der Wissenschaft bewährt.

Daß es feste dunkele Massen von großem Umfange zwischen den Fixsternen giebt, ist ganz zweifellos geworden durch die Bewegungen, welche man an den Sternen erster Größe Sirius, Procyon und Spica entdeckt hat. — Es sind dies nicht Bewegungen, welche diese Sterne nach einer Richtung hin im Raume machen und etwa mit der Bewegung der Sonne im Weltraum im Zusammenhang stehen, auch sind es nicht Bewegungen, welche diese Sterne um eine Zentralsonne haben, son-

dern wir meinen die Bewegungen, welche nur einen kleinen Raum einschließen und in wenig Jahrzehnten vollendet sind. Der Sirius, der hellste Fixstern des Himmels, hat nach Bessel's Beobachtungen und Peter's Berechnungen einen unsichtbaren dunkeln Begleiter, mit welchem er einen Doppelstern bildet, und um den er sich in 50 Jahren und 27 Tagen in einem Kreise bewegt, der uns freilich nur als eine außerordentlich kleine Bahn erscheint, welche blos durch die genauesten Messungen merkbar wird. Mädler's Arbeiten über den Procyon ergeben ebenfalls einen Umlauf dieses Sternes um einen finstern Weltkörper in seiner nächsten Nachbarschaft in etwa sechzig Jahren; und Schubart in Cambridge (in Amerika) hat auch für Spica, dem hellen Stern im Bilde der Jungfrau, ein gleiches Umgangs-Verhältniß zu einem unsichtbaren Himmelsbegleiter in einer Epoche von circa vierzig Jahren festgestellt. — Hiernach sind unsichtbare große dunkle Massen unter den Fixsternen ganz zweifellos vorhanden; und wenn unter den siebzehn Fixsternen erster Größe drei solch' finstere Gesellschafter in der Nähe haben, so ergiebt die Wahrscheinlichkeit, daß sie nirgends im Himmelsraum fehlen, den wir uns, weil wir nichts darin sehen, als leer vorstellen.

Glänzender aber noch hat sich die Vermuthung bewährt, daß das Licht durch nebelhafte Massen gedämpft wird; denn abgesehen von allen anderen sprechenden Beweisen für sie, ergiebt ja die Entdeckung von Bunsen und Kirchhoff, daß wir selbst von unserer hellen lieben Sonne auch nicht einmal reines wirkliches Licht empfan-

gen, sondern daß dieses durch die flüchtigen Metalle bedeutend absorbirt zu uns gelangt. — Die Spektrum-Linien aller andern Fixsterne sind nichts als Beweise, daß auch ihr Licht dem Durchgang durch dampfartige Massen unterworfen ist. Zwar bilden diese Dämpfe nur eine Verminderung des Lichtes, indem sie gewisse Strahlen derselben absorbiren, aber wenn die Fixsterne gleich der Sonne eine gasartige Umhüllung haben, die ihr eigenes Licht verdunkeln, so ist es ganz zweifellos, daß das Licht von andern Fixsternen, die weit hinter ihnen stehen, beim Durchgang durch diese gasartigen Umhüllungen ebenfalls eine Absorption erleiden, und die Folge davon ist, daß wenn ein in weitester Ferne stehender Stern uns auch mit dem besten Willen von der Welt sein Licht schicken will, wir doch davon nichts oder höchstens nur Schimmerspuren erhalten, sobald es in gerader Linie auf uns zu durch viele lichtverschluckende Umhüllungen anderer Fixsterne gehen muß.

Erwägen wir aber hierzu noch, daß der Verbrennungs-Prozeß, der an der Sonne stattfindet, durch die Erscheinung der Protuberanzen mit voller Wahrscheinlichkeit auch außerhalb und in weiter Umhüllung des sichtbaren hellen Sonnenkörpers verlegt werden muß; erwägen wir ferner, daß die Gase der verdampfenden Stoffe durch die Ausdehnung weit in den Weltraum hineinragen müssen; erwägen wir endlich, daß das Zodiakallicht eine wirkliche, weithin vom Aequator der Sonne ausgehende Ausströmung leuchtender Theile zeigt, und beachten wir schließlich, daß alle Fixsterne dunkele Spektrum-Linien zeigen,

und also einen ganzen weiten Himmel voll lauter solcher Feuerbrände und Metallschmelzereien und Dampferzeugungsapparate vor uns haben, und all' das seit Gott weiß wie viel Jahrmillionen vor sich geht und in die weite Welt hinein vor sich geht — so ist es wohl ganz unzweifelhaft, daß der „leere Raum" nur zuweilen in unseren Köpfen existirt, wenn er uns für unsere Rechnungsweise bequem ist.

Aber die neuere Astronomie hat auch noch auf ganz anderem Wege endlich den leeren Raum weit von sich abgethan, und dies wollen wir nunmehr unsern Lesern darthun.

III. Die Kometen.

Die Astronomie ist bereits seit längerer Zeit zu dem Resultat gekommen, daß die eigentliche Bevölkerung des Himmelsraumes, den unser Sonnensystem einnimmt, nicht in der Sonne und deren Planeten, sondern in der außerordentlich großen Zahl der Kometen besteht, die nur zuweilen und nur zum allerkleinsten Theil sichtbar am Himmelsgewölbe erscheinen.

Es liegen nämlich eine ganze Reihe von Gründen vor, um diese Voraussetzung zu rechtfertigen.

Die Planeten, die sich um die Sonne bewegen, verdienen zwar das Lob, daß sie sehr regelrechte Umläufe machen, denn ihre Bahnen weichen nicht allzusehr von Kreisen ab; sie haben ferner die Tugend, daß sie sich

alle sammt und sonders in einer und derselben Richtung bewegen. Ein Mensch, der sich auf der Sonne befände würde wahrnehmen, daß zwar der nahe Planet Merkur viel schneller seinen Lauf am Himmel macht als sonst ein anderer entfernter Planet; aber er wird finden, daß alle andern Planeten nach derselben Richtung am Himmel wandern, wenn auch ihr Lauf langsamer ist. — Es weichen endlich auch die Bahnen aller Planeten nur wenig von der Bahn des Sonnen-Aequators ab, so daß man mit Recht sagen kann: sämmtliche Planeten bewohnen nur einen sehr schmalen Raum im weiten Gebiet des Sonnensystems und weichen in ihrem, nach gleicher Richtung gehenden, kreisförmigen Lauf weder rechts noch links von dieser Ebene ab.

Ganz anders verhält es sich mit den Kometen. — Ihre Bahnen sind sehr langgestreckt und haben nicht entfernt mehr eine Aehnlichkeit mit einem Kreise. Sie wandern auch nicht in einer und derselben Richtung, sondern es giebt Kometen, die mit einander und den Planeten verglichen, die entgegengesetzte Richtung in ihrem Lauf haben. Ihre Bahnen kümmern sich auch gar nicht um den Aequator der Sonne, sondern es giebt Kometen, welche kreuz und quer, vorwärts und rückwärts aus allen und nach allen Himmelsrichtungen ihren Lauf um die Sonne nehmen.

Ungeregelt wie die Lage ihres Laufes, ist auch in Folge ihrer sehr langgestreckten Bahnen die Geschwindigkeit ihrer Bewegung und die Verschiedenheit ihrer Nähe und ihrer Entfernung von der Sonne. Wenn jeder der

Planeten in der Ebenmäßigkeit seiner Bahn sich stets in einer gewissen respektvollen Ferne von der Sonne hält, giebt es Kometen, wie der von 1680, die einmal bis hart an die Sonnenhülle heranstürmen, um sodann sich wieder in die allerfernste Ferne von ihr zu begeben. Nicht minder unregelmäßig sind die Kometen an Gestalt und Form und Beschaffenheit. Sie erscheinen bald als Nebel ohne Kern, bald als kernhaltige Nebel, bald einfach geschweift, bald mit zwei Schweifen versehen; sie kommen oft klein von Gestalt an und dehnen sich in der Nähe der Sonne weit über Millionen Meilen aus. Sie verändern sich fast unter den Augen der Astronomen. — Ja, Einer von ihnen, der Biela'sche Komet, rebellirte gegen jede Ordnung der Himmelsgesetze und theilte sich in den letzten Jahren in höchst räthselhafter Weise in zwei Kometen, die gegenwärtig neben einander ihren Lauf nehmen, als ob sie von dem Gesetz der Anziehung gar nichts wissen wollten.

All' dies ist schon hinreichend, darzuthun, daß es eine sehr vorurtheilsvolle Anschauung ist, die Planeten, als die eigentlichen Bewohner des Sonnensystems zu betrachten. — Die Planeten sind nur eine gewisse Gattung von Sonnenkindern, die in ihrer Regelmäßigkeit auf eine gemeinschaftliche Entstehungs-Mutter hindeuten; die Kometen dagegen bilden die Mannigfaltigkeit der Gattungen der Weltwesen und die Verschiedenheiten ihrer Existenzen; und da die Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit immer die überwiegende Mehrzahl ist, gegenüber einer einzigen Gattung einer bestimmten Regelmäßigkeit, so ist dies

sicherlich ein Zeichen, daß der Himmelsraum viel mehr Kometen als Planeten haben müsse.

Aber auch die Beobachtungen haben auf dasselbe Resultat und sogar auf gewisse Zahlen geführt, um die Menge der Kometen, die sich im Sonnensystem herumtreiben, schätzungsweise kennen zu lernen.

Die Kometen sind nämlich für uns nur sichtbar, wenn sie sich in ihrer Sonnennähe befinden und wenn sie zugleich groß genug und obenein auch der Erde nahe genug sind, um beobachtet werden zu können. Ferner sehen wir nur solche Kometen, die am Nachthimmel stehen, während diejenigen, die an der Seite erscheinen, wo Tags die Sonne scheint unsichtbar bleiben; endlich lassen sich schwache Kometen auch nur in Nächten wahrnehmen, wo kein Mondschein die Luft durchleuchtet, und schließlich entgehen uns alle Kometen, die in regnerischen und wolkigen Nächten zeitweilige Himmelsgäste sind. Rechnet man alles zusammen, so muß man sagen, daß wir ungefähr achtmal mehr Kometen in ihrer Sonnennähe sehen würden, wenn diese Hindernisse nicht vorhanden wären.

Nun aber hat man zusammengezählt, daß ungefähr 24 Kometen gesehen worden sind, die innerhalb der Merkursbahn ihre Sonnennähe haben; innerhalb der Venusbahn steigt die Zahl der sichtbar gewordenen Kometen, die hier ihre Sonnennähe besitzen, schon auf einige 80. Je weiter man die Räume nimmt, desto mehr also steigt die Zahl der Kometen, berücksichtigt man all dies, so ergiebt eine Wahrscheinlichkeitsrechnung, daß in dem wei-

ten Raume des Sonnensystems ein und ein viertel Million Kometen existiren müssen, von welchen wir nur unter günstigen Umständen die außerordentlich geringe Zahl zu sehen bekommen, deren Sonnennähe noch innerhalb der Marsbahn fällt; denn viel über diese hinaus hat selbst das beste Fernrohr noch keinen erschienenen Kometen verfolgen können, auch wenn sein Ort am Himmel durch Rechnung nicht zweifelhaft war.

Blicken wir also von der Erde in die Nacht des Sternenhimmels hinaus, so dürfen wir uns nicht einbilden, bis in die Region der Fixsterne hinein durch leeren Raum zu blicken. Die eigentliche Bevölkerung des Sonnensystems, die Kometenwelt, ist stark genug, um nach jeder Richtung hin die unser Auge einschlägt, Massen vermuthen zu lassen, die in dem Raume schweben. Zwar sind diese Massen an sich noch sehr geringfügig gegenüber der Weite des Raumes unseres Sonnensystems, und außerdem ist es erwiesen, daß selbst sichtbare Kometen nicht eine merkbare Schwächung des Lichtes der Fixsterne hervorrufen, vor welchen sie vorübergehen; allein darum ist doch keineswegs der Raum leer zu nennen, und selbst in Bezug auf das Licht der Fixsterne, welches bisher scheinbar keine Einbuße durch Kometen, die vor ihnen standen erlitten haben soll, wird erst die künftige Untersuchung des Spektrums dieser Sterne ergeben können, ob nicht doch gewisse Lichtstrahlen dadurch absorbirt werden. — Wären die Entdeckungen von Bunsen und Kirchhoff schon im Jahre 1819 bekannt gewesen, so würde der damals erschienene Komet, der am 26. Juni

jenes Jahres gerade zwischen Sonne und Erde stand, wohl haben verrathen können, ob neue Fraunhofersche Linien durch ihn hervorgerufen werden. — Wie dem aber auch sein mag, es steht so viel fest, daß im Himmelsraum außerordentlich viel unsichtbare Masse vorhanden ist, die sich in der mannigfaltigsten physikalischen Beschaffenheit befindet. — Was im Sonnensystem ganz zweifellos ist, das ist höchst wahrscheinlich auch im Weltraum überhaupt der Fall. — Hieraus aber folgt, daß die Sonne, die sich durch den Weltraum bewegt, zerstreuten Massen begegnet; daß sie physikalisch auf dieselben einwirkt, und in gleicher Weise selber jene physikalischen Einflüsse erleidet, auf welche die Entdeckungen von Kirchhoff und Bunsen hinweisen.

Wir müssen nunmehr noch von dem Aether sprechen, der die eigentlichen Welträume ausfüllt, und dessen Existenz in neuester Zeit durch höchst interessante Beobachtungen der Astronomie zweifelloser als je geworden ist.

IV. Der Aether.

Wir haben bereits öfter des Umstandes erwähnt, daß der Weltraum von einem feinen Aether erfüllt ist; nunmehr führt uns unser Thema dahin, etwas näher auf diesen Umstand und die Gründe einzugehen, aus welchen man auf die Existenz eines solchen Aethers ge-

schlossen, und die Beweise zu erwähnen, welche in neuester Zeit diese Voraussetzung bestätigt haben.

In früherer Zeit, als man die Natur des Lichtes und der Wärme, wie die Natur der chemischen Wirkung der Sonnenstrahlen, von welcher wir noch sprechen werden, wenig kannte, begnügte man sich mit der Vorstellung, daß die Sonne und eben so alle Sterne des Himmels wirkliche Lichttheilchen nach allen Seiten des Weltraums mit ungeheuerer Geschwindigkeit von sich schleudern, und in solcher Weise leuchtend und erleuchtend wirken. — Diese Vorstellung hatte zwar den Augenschein für sich; allein sie bot so viel Schwierigkeiten bei näherem Nachdenken dar, daß man bei weiterer Betrachtung stets genöthigt war, zu weiteren Unerklärlichkeiten zu greifen. — Wenn man annahm, daß die Sonne eine solche unbegreifliche Kraft besitzt, Theilchen derart von sich zu schleudern, daß sie 40,000 Meilen in jeder Sekunde fliegen, so blieb es völlig unerklärt, woher denn jedes Talglicht, das wir anzünden, solche Kraft bekomme; da es in der That durch vortreffliche Experimente erwiesen ist, daß auch jedes irdische Licht, das wir künstlich erzeugen, dieselbe Geschwindigkeit der Fortpflanzung habe. — Noch unerklärlicher war an dieser Vorstellung folgender Umstand. Wenn Licht ein wirklicher Stoff wäre, so ist es unbegreiflich, wie sein Anprallen mit solch' enormer Geschwindigkeit ganz spurlos verbleibt. Wie fein man sich auch den Lichtstoff denken mag, so müßte doch jedenfalls eine Waage, deren eine Schale man dem Licht aussetzt, während man die andere vor

dem Lichte schützt, irgend welchen erhaltenen Stoß verrathen. Dies ist aber auch nicht im allergeringsten der Fall. — Trotzdem aber mußte man durch die allbekannte Erscheinung der Reflexion annehmen, daß jedes Lichttheilchen, wenn es irgend an einen Körper anprallt, wie ein elastischer Ball mit gleicher Kraft zurückgeschleudert wird. Während also ein Lichttheilchen, das heranfliegt, nicht den geringsten Stoß versetzt, sollte es dennoch mit einer Gewalt zurückgestoßen werden, die ihm wiederum die Kraft giebt, in jeder Sekunde 40,000 Meilen fortzufliegen.

Welche Vorstellung sollte man sich aber gar von einem Weltraum machen, wo unausgesetzt von allen Ecken und Enden des ganzen Himmels immerfort Lichttheilchen in grader Linie fortfliegen, ohne sich gegenseitig irdendwie zu stören?

Zwar fehlte es nicht an Köpfen vom höchsten Scharfsinn, die solche Unerklärlichkeiten und noch viele andere, die sich gegen diese Vorstellung aufthürmten, dennoch begreiflich zu machen suchten; allein die Verwicklung wuchs trotzdem mit jeder neuen Entdeckung, bis endlich ein Experiment, wodurch sich's ergab, daß unter gewissen Umständen zwei Lichtstrahlen nicht doppelte Helligkeit, sondern völlige Finsterniß erzeugen, die Vorstellung von den wirklichen Lichttheilchen ganz und gar vernichtete und einer andern Vorstellung, die bereits vielfache Anhänger zählte, zu der allgemein gültigen erhob.

Nach dieser Vorstellung ist Licht **nicht** etwas Materielles, **nicht** ein Stoff, und besteht **nicht** aus irgend

welchen durch den Raum fliegenden Theilchen, sondern Licht ist wie der Schall nur die Wirkung einer vorhandenen Schwingung. Wie der Schall nachweisbar nur die Schwingung der Luft ist, so ist Licht nur die Schwingung eines den ganzen Weltraum erfüllenden äußerst feinen, höchst elastischen Stoffes, den man Aether nennt. — Diese Grund-Vorstellung wurde nunmehr weiter durchforscht und in ihren Gesetzen in glänzender Uebereinstimmung mit fast allen räthselhaften Erscheinungen des Lichtes gefunden. — Und somit wurde durch die neuere Physik die absolute Leere des Weltraums in Abrede gestellt und die Existenz eines Aethers vorausgesetzt, eines Aethers, der freilich in seiner Natur noch unerklärt ist, und der nur als Hypothese galt, bis die neueste Zeit auf ganz anderem Wege den Beweis seiner Existenz führen konnte, und zwar auf dem Wege einer Wissenschaft, die ursprünglich gegen die Existenz eines Aethers zu sprechen schien.

Diese Wissenschaft ist die Astronomie, die sich mit den mechanischen Gesetzen der Bewegung der Gestirne beschäftigt. Es ist ein unumstößliches Gesetz der Mechanik, daß jeder Körper, der sich durch irgend einen Soff hindurch bewegt, wie z. B. ein geworfener Stein durch die Luft, ein Hinderniß zu überwinden hat und dadurch an Bewegungskraft verliert. Die Mechanik lehrt, daß ebenso wie die Luft der Bewegung eines Steines einen Widerstand leistet, auch der Aether, wenn er existirt, den Planeten einen Widerstand darbieten muß. — Wie fein und wie locker oder wie verschiebbar man sich

auch den Aether denken mag, so muß er dennoch nach und nach ein immer wachsendes Hinderniß der Bewegung der Himmelsgestirne werden, und die Folge davon würde sein, daß bei der fortdauernden Anziehungskraft der Sonne, die Planeten nur in immer enger werdendem Spiralenlauf sich um sie bewegen könnten, der sie der Sonne immer näher und näher bringt, bis sie endlich ganz in dieselbe hineinstürzen. — Da aber solch ein Spiralengang bei den Planeten nicht bemerkt wird, trotzdem man ihren Umlauf seit Jahrtausenden beobachtet hat, so schien die Astronomie ein Beweis gegen die Existenz eines Aethers zu sein.

Dieser Widerspruch ist jedoch gegenwärtig nicht bloß beseitigt, sondern zwei astronomische Erscheinungen haben die Existenz des Aethers aufs glänzendste bewiesen.

Bereits vor längerer Zeit machte man an einem kleinen Kometen, der nach seinem Berechner der Enke'sche Komet heißt, die Entdeckung, daß er bei seinem jedesmaligen Umlauf, den er in etwa 3¼ Jahren vollendet, der Sonne wirklich immer etwas näher kommt. Der Komet hat diese auffallende Erscheinung bei jedem seiner Umläufe, die man beobachtet hat, wiederholentlich gezeigt, und dafür fand sich keine andere Erklärung als eben der Widerstand, den der Aether diesem sehr schwachen und lockern Himmelskörper leistet.

Gleichwohl zögerte bisher noch immer die Astronomie, diese Erklärung als eine sichere zu betrachten, bis gegenwärtig ein anderer neuer Komet, der im Jahre 1843 von Faye in Paris entdeckt wurde, ganz dieselbe

Erscheinung, und zwar in noch viel überzeugenderem Maße erwiesen und somit die Existenz des Aethers ganz zweifellos gemacht hat. — Der Faye'sche Komet vollendet seinen Umlauf um die Sonne in 7 Jahren und 162 Tagen; aber bei seinen drei Umläufen, die man bisher betrachtet hat, erwies er, daß er einer immer stärker werdenden Anziehung der Sonne ausgesetzt ist. Die Resultate der Berechnung der Stunde und des Ortes seiner größten Sonnennähe weichen höchst auffallend von der Beobachtung ab, sobald man einen leeren Raum voraussetzt. Nachdem jedoch der Professor Apel-Möller an der Universität zu Lund den Widerstand mit in Rechnung brachte, den der Komet in seinem Lauf durch den Aether erleidet, zeigt Berechnung und Beobachtung eine so glänzende Uebereinstimmung, daß nunmehr jeder Zweifel über die Existenz eines Aethers grade durch die Erscheinungen der Astronomie als beseitigt zu betrachten ist. —

V. Der Zustand des Weltraumes und die Himmelskörper.

Fassen wir nunmehr das Resultat der bisher erwähnten Thatsachen zusammen, so gewinnen wir ganz neue Gesichtspunkte sowohl über den Zustand des Weltraumes, wie über das Verhältniß desselben zu den Himmelskörpern, die sich in demselben bewegen, wie

endlich auch über dasjenige, was wir speziell die Thätigkeit der Sonne nennen und was wir schließlich als Wirkung dieser Thätigkeit auf unsern Erdball zu erkennen streben.

Die Astronomie und die Physik stimmen jetzt vollkommen überein, daß der Weltraum, so weit nur eine Spur des Lichtes ihn durchdringt, von einem feinen Stoff erfüllt sein muß, den man mit den Namen Aether bezeichnet. Es ist ferner eine unbestrittene Thatsache, daß sämmliche Fixsterne, welche man ehedem als feststehende Massen betrachtete, nicht blos selber Bewegungen durch den Weltraum machen, sondern den Aether, der den Weltraum erfüllt, in eigenthümliche Schwingungen versetzen, die sich durch den Weltraum fortpflanzen. — Der Aether aber wirkt auch wiederum auf die Himmelskörper; denn wie fein wir uns auch diesen Aether denken mögen, so setzt er dennoch jedem Körper, der sich durch ihn fortbewegt, einen Widerstand entgegen, und veranlaßt daher eine Verminderung der Bewegungskraft. Bei zwei sehr lockern Himmelskörpern, bei den zwei erwähnten Kometen, ist dies bereits nachweislich der Fall; bei allen anderen ist es eine unumstößliche Theorie der Mechanik, die nicht minder Beweiskraft hat, als irgend eine meßbare Beobachtung. — Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, dessen wir bereits mehrfach gedacht, ergiebt hiernach, daß die Verminderung der Fortbewegung sich unter solchen Umständen in eine innerliche Bewegung der Atome umsetzt, die wir als Wärme kennen gelernt haben; und hieraus folgt, daß die Bewegung aller

Himmelskörper durch einen äthererfüllten Weltraum eine physikalische Wirkung auf alle diese Himmelskörper ausübt.

Hiernach also ist die Thatsache unumstößlich, daß diese physikalische Einwirkung eine gegenseitige ist. Derselbe Aether, der auf die Himmelskörper einwirkt, wird wiederum von allen sichtbaren Himmelskörpern aus seinem Zustand des ruhigen Gleichgewichts gestört und in Schwingungen versetzt; und diese Schwingungen durcheilen als Lichterscheinung den ganzen Weltraum, und äußern sich wiederum allenthalben als die Quelle von Erscheinungen, von welchen wir die wichtigsten, die chemischen, nunmehr recht bald vorführen werden.

Zu diesem erst in neuester Zeit klar gewordenen Zustand großer Vorgänge im Weltraum kommen nun noch die neuesten Entdeckungen, die uns lehren, daß wirkliche Verbrennungsprozesse in den Lichthüllen der Fixsterne vor sich gehen, und in Uebereinstimmung mit dieser Entdeckung, die speziell in Bezug auf unsere Sonne sogar einige bekannte Metalle zu bezeichnen vermag, welche da oben verbrennen, zeigten die Beobachtungen der totalen Sonnenfinsternisse, daß dieser Verbrennungsprozeß in weitem äußern Umfang um die leuchtende Sonnenkugel stattfindet, und daß also im Weltraume, den die Sonne durcheilt, solche Stoffe vorhanden sein müssen, welche den Verbrennungsprozeß unterhalten.

Fragen wir uns nun: was berechtigt uns zu der Annahme, daß solche Stoffe im Weltraume vorhanden sind, die, an die Sonne gerathend, daselbst verbrennen und somit einen eigenthümlichen Natur-Prozeß unter-

halten? so werden wir wieder zurückgewiesen auf die kleinen, fast unbeachtet gebliebenen Erscheinungen, die sich in den Sternschnuppen uns darbieten. — Auch dies sind ganz unzweifelhaft kleine unsichtbare Himmelskörper, welche, wenn sie einmal in den Bereich der Erde kommen, das unvermeidliche Schicksal haben, in Gluth zu gerathen und endlich als Meteorsteine zur Erde zu fallen. Die Zahl dieser Erscheinungen ist, so selten sie uns zu begegnen pflegen, doch außerordentlich groß und lehrt uns jedenfalls, daß solche Vereinigungen kleiner Himmelskörper mit großen zu den gewöhnlichen Naturprozessen gehören. — Erwägen wir nun den Umstand, der außer Zweifel gestellt ist, daß der Weltraum im Allgemeinen sehr viele nicht leuchtende Massen enthält; erwägen wir ferner, daß die eigentliche Bevölkerung des Sonnensystems in den Kometen besteht, deren Zahl man Ursache hat, auf mehr als eine Million zu schätzen; nehmen wir hierzu die unleugbare Thatsache, daß die Kometen so lose in ihrer Masse sind, daß sie einen viel größeren Widerstand am Aether finden müssen, als die festern Himmelskörper; betrachten wir endlich den erwiesenen Umstand, daß bereits zwei der wenigen berechenbaren Kometen ihren Spiralenlauf erwiesen haben, der sie unfehlbar der Sonne immer näher und näher bringen muß, bis sie in die Sphäre derselben gerathen, wo die Stoffe nachweisbar sich in Verbrennung befinden; und beachten wir schließlich die ganz zweifellose Thatsache, daß die Sonne bereits durch Jahrmillionen solche Einwirkungen auf alle zerstreuten kometenartigen Him-

melsmassen ausübt und fortdauernd in ihrem Lauf durch den Weltraum neuem Stoffe begegnet, dem sie ein gleiches Schicksal bereitet, — so stellt sich uns das Bild der physikalischen Vorgänge im Weltraum schon viel begreiflicher als bisher dar, und wir dürfen aus all' dem den Schluß ziehen, daß die Sonne nicht wie man sonst annahm, ein fertiges Produkt ist, das sich wie ein Talglicht aufzehrt und in ewiger Kraftverschwendung befindet, sondern daß sie ein noch immer thätiges und in Bildung begriffenes Stück des Weltlebens ist, daß sie für ihre Wärme- und Lichtproduktion, die uns so sehr zu Gute kommt, auch ihrerseits durch Einnahmen entschädigt wird, die ihr nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft, das wir schon kennen, Ersatz leisten, daß sie an dem Aether, der sie im Gehen ein wenig genirt, auch zugleich für alle losen lockeren Massen, die sie zu verzehren den guten Appetit hat, einen vortrefflichen Diener besitzt, der die Speisen in immer enger werdenden Spiralen langsam ihrer mächtigen Anziehungskraft näher bringt, daß demnach Kometen, welche unsern abergläubischen Vorfahren in ältesten Zeiten als drohende Himmelsruthen eines bösen Herrgotts erschienen sind, vielleicht gegenwärtig die freundliche Rolle in der Verbrennungshülle der Sonne spielen, die uns das Spektrum so interessant macht und der Sonne an Masse oder, was gewiß dasselbe ist, an Kraft einen Ersatz bietet für all' die Kraft, die sie uns, wie wir wissen, in der Form von Wärme herniedersendet.

Doch wir wollen uns nicht allzu weit in Spekula-

tionen verlieren; denn wir haben noch große und herrliche Entdeckungen von sicherer Basis unsern Lesern mitzutheilen und mögen uns das bischen Spekuliren, welches einmal der Mensch nicht gut los werden kann, auf den Schluß unsers Themas aufheben, wo wir an der Grenze dessen, was wir zu sagen wissen, stehen und zu Hypothesen, das heißt, zum Aussprechen von Voraussetzungen, wo wir nichts wissen, berechtigter sein werden.

VI. Die chemischen Leistungen der Sonne.

Unser Thema, das eigentlich der Sonne in ihrer lebendigen Kraft und ihrer lebenerweckenden Thätigkeit gewidmet ist, führt uns nunmehr wieder zu einem neuen Zweig der Wissenschaft, der gegenwärtig ebenfalls einen großen herrlichen Schritt vorwärts gethan und worin neue Bahnen der Forschung eröffnet worden sind, welche noch für sehr lange Zeit das ergiebige Gebiet von weiteren Entdeckungen bilden werden.

Die Sonne sendet Wärme und sendet Licht, wie wir wissen, hernieder; sie sendet aber auch noch etwas anderes aus, wofür wir kein Sinnes-Organ am Leibe haben. Das Kunststück, das die Sonne noch vollführt, wirkt nicht fühlbar auf unsern Körper wie Wärme und nicht sichtbar auf unsere Augen wie Licht, sondern wird uns erst dann merkbar, wenn wir die Veränderungen betrachten, welche die Sonne auf viele Dinge

ausübt, und wenn wir tiefer nach diesen Erscheinungen forschen, finden wir heraus, daß dies Kunststück der Sonne in einer chemischen Wirkung besteht, oder, wie man sich kürzer ausdrückt, daß die Sonne auch Strahlen von chemischer Kraft aussendet.

Da wir's redlich mit unsern Lesern und Leserinnen meinen, wollen wir auch ehrlich zu Werke gehen und die Interpellation: „Was ist chemische Kraft?“ auf's kürzeste und aufrichtigste ohne allen Parlamentarismus dahin beantworten: „Das wissen wir nicht!“ — Man bezeichnet mit chemischer Kraft nur die Ursache gewisser Erscheinungen, die sehr auffallend sind, und die man sehr gründlich durchstudirt hat, deren wahren Grund und wirklichen Vorgang man aber dennoch nicht kennt, und wofür man bis jetzt nur Vermuthungen, Hypothesen besitzt, mit welchen man sich zufrieden stellen muß, so lange sie ausreichen, um die räthselhaften Erscheinungen unserer Anschauung näher zu bringen. — Hiernach hat man bisher angenommen, daß chemische Kraft eine Kraft ist, welche den Atomen jedes Stoffes eigen ist, und welche es bewirkt, daß sich zwei Stoffe, wenn sie sich nahe genug kommen, unter Umständen mit einander verbinden, um zu einem ganz neuen Ding zu werden. — Es ist diese Kraft eine Art gewaltiger Heirathslust der Atome zweier Massen zu einander, die manchmal so groß ist, daß deren Verbindung unter sehr heftigen Erscheinungen vor sich geht. Zuweilen feiern auch zwei Stoffe eine stille Hochzeit und verbinden sich unter sehr bescheidenen und unscheinbaren Erscheinungen. Es giebt

auch wieder Stoffe, deren Atome sehr junggesellenhaft gesinnt scheinen und keine sonderliche Lust haben, Verbindungen einzugehen, bis man ihnen auflauert und begünstigende Umstände herbeiführt, wo sie sich denn doch zu einer Verbindung bequemen. — Es giebt aber auch wieder Fälle, wo Heirathen zu beiderseitiger Zufriedenheit eingegangen zu sein scheinen, bis ein neuer Stoff als Störenfried dazwischen tritt und nicht nur die alte Ehe trennt, sondern mit einem der Stoffe eine neue Ehe eingeht, unbekümmert darum, was aus dem andern Stoffe wird, der nun seine Freiheit erlangt. — Unter Umständen aber geht es in der Chemie noch bunter zu und zwei Ehepaare, die man zusammenbringt, tauschen buchstäblich ihre Gatten aus und bilden zwei neue Ehepaare so fest und ernst, als ob sie niemals anderweitig kopulirt gewesen wären.

Wir können all' das, was wir gesagt haben, nicht weiter mit Ausführlichkeit behandeln, wir wollen nur dafür einige Beispiele anführen, um es der Anschaulichkeit unserer Leser etwas näher zu bringen.

Es giebt einen Stoff, der heißt Calcium, das ist ein leichtes Metall, welches im reinen Zustand wie Silber glänzt und sein metallartiges Ansehen und Wesen ganz unverkennbar an sich trägt. Sobald es aber der Luft ausgesetzt wird, überzieht es sich in großer Eile mit einer kalkartigen Schicht, und ehe man sich's versieht, verwandelt es sich ganz und gar und wird wirklicher Kalk. — Was ging hier vor? Wir wissen hierauf nichts zu antworten, als daß das Metall Calcium und der

Sauerstoff der Luft großen Appetit zu einer gegenseitigen Verbindung haben, und stellen uns vor, daß diese Luft in den Atomen des Calciums und den Atomen des Sauerstoffs stecke, und da dies mit einer gewissen Kraft geschieht, so sagen wir, daß diese Verbindung durch die chemische Kraft zu Stande gekommen ist. —

Das Eisen kennt Jedermann. Läßt man ein reines Stück Eisen in feuchter Luft längere Zeit liegen, so überzieht es sich mit einer röthlichen feinen Schicht, und wir sagen: das Eisen rostet. Rost aber ist auch nur eine chemische Ehe zwischen dem Eisen und dem Sauerstoff der Luft; und wenn man das Eisen lange so läßt, verwandelt es sich ganz und gar in Rost, oder wie man es wissenschaftlich nennt, in Eisen-Oxyd; aber dies war eine stille Hochzeit, und ging langsam vor sich; wir sagen hiernach: die Atome des Eisens haben zwar auch Appetit zu einer Verbindung mit den Atomen des Sauerstoffes; allein der Appetit ist nicht so groß, wie der der Calcium-Atome und die chemische Kraft dieser Ehe ist demnach schwächer.

Stickstoff, der überwiegendste Bestandtheil unserer gewöhnlichen Luft, besitzt wie ein alter Junggeselle keine rechte Heirathslust; aber die Herren Chemiker verstehen es, ihm aufzulauern und Umstände herbeizuführen, wo ihm dieser Appetit doch beikommt. Hier haben wir also einen Fall, wo die Verbindungskraft der Atome schwacher Natur ist, und erst künstlich verstärkt werden muß.

Kalium ist ebenfalls ein leichtes Metall, das in reinem Zustande, wohl aufbewahrt, seine metallische Natur

beibehält; aber sein Heißhunger nach Sauerstoff ist sehr gewaltig. Wirft man ein Stückchen Kalium-Metall in einen Teller mit Wasser, so bekommt man eine wunderbare Erscheinung zu sehen. Das Wasser, das eigentlich aus einer chemischen Ehe zwischen Sauerstoff und Wasserstoff besteht, wird in Rebellion versetzt. Das Kalium reißt mit so gewaltiger Hast den Sauerstoff des Wassers an sich, daß das Stückchen Kalium dabei in helle Gluth geräth, und den Wasserstoff verdrängt, welcher sich als Gas entfernt, und dazu auch zu brennen anfängt, weil eben Wasserstoff brennbar ist und sich an dem glühenden Kalium entzündet.

Da haben wir denn ein Beispiel von einer sehr starken chemischen Kraft, wo nebenher noch mitten im kalten Wasser Wärme und Licht entsteht, und das giebt uns schon beiläufig einen kleinen Begriff von der nahen Beziehung zwischen Wärme, Licht und chemischer Kraft, und da wir wissen, daß da droben die Sonne eine Grundquelle von Licht und Wärme ist, so wird es schon weniger befremden, wenn wir sagen: es wird wohl da auch etwas von Chemie dahinter stecken!

Und in der That werden wir sehen, daß die Sonne eine ungeheure gewaltige Chemie treibt! Die Wissenschaft der neuesten Zeit hat in der Erforschung der chemischen Leistungen der Sonne so großartige Fortschritte angebahnt, daß wir in freudigem Vertrauen auf das Wachsthum dieser entschiedenen Fortschritts-Partei an die Arbeit gehen, um nunmehr die Resultate dieser Untersuchungen unsern Lesern vorzuführen.

Zur Einleitung in das richtigere Verständniß jedoch haben wir noch einige Vorfragen zu erledigen und einige Anschauungen zu berichtigen, denn es deutet Alles, was gegenwärtig Großes in der Wissenschaft geschieht, darauf hin, daß unsern bisherigen Vorstellungen von den Naturerscheinungen eine gewaltige Umgestaltung bevorsteht, wie das immer der Fall ist, wenn sich der menschliche Gesichtskreis erweitert und dem Geiste sich neue ungeahnte Fernsichten zeigen.

VII. Wie die Sonnenstrahlen chemische Verbindungen vermitteln.

Wenn wir darauf ausgehen, von der chemischen Kraft der Sonnenstrahlen zu sprechen und unsern Lesern eine Reihe großartiger Entdeckungen vorzuführen, die neuerdings auf dem Gebiet der Wissenschaft gemacht worden sind, so haben wir vor Allem die Pflicht, gewisse irrthümliche Vorstellungen aus dem Wege zu räumen, welche leicht zu unvertilgbaren Mißverständnissen führen.

Man spricht in der Wissenschaft bisher immer noch von Sonnen-Strahlen, und giebt dadurch zu der Vorstellung Veranlassung, welche der Augenschein begünstigt; aber es beruht diese Vorstellung auf einem Irrthum, den wir jetzt deutlich machen müssen.

Sonnen-Strahlen oder auch Lichtstrahlen giebt es in der Wirklichkeit nicht. Selbst zur Zeit, wo

man glaubte, daß die Sonne kleine Lichttheilchen in gerader Linie nach allen Richtungen des Weltraumes von sich schleudere, wußte man doch, daß die Lichttheilchen nur wie einzelne Perlen hintereinander in gerader Richtung fortlaufen, ohne einen wirklichen ununterbrochenen Strahl zu bilden. Man verstand auch schon damals unter Strahl nur den Weg, den ein jedes Theilchen läuft: der Weg aber ist an sich gar nichts, so wenig wie der Weg, den ein geworfener Stein durchläuft etwas Wirkliches ist. — So gut wie man noch jetzt in der Astronomie von der Bahn eines Planeten spricht, und sie genau bestimmt, ohne darunter etwas anderes zu verstehen als den Weg, den der Planet in gewissen Zeiten durchläuft und den wir in unserer Vorstellung zusammenfassen und für die ganze Umlaufszeit uns aufzeichnen, ebenso sprach man auch in früheren Zeiten vom Lichtstrahl, als den bloß bildlich aufgezeichneten Weg eines Lichttheilchens, ohne an die Existenz eines wirklichen Strahles zu glauben.

In neuerer Zeit, wo man die Vorstellung von ausgesendeten Lichttheilchen als falsch erkannt hat, und unter Licht nur die Wirkung einer sich fortpflanzenden Schwingung des Aethers versteht, kann man in Wahrheit noch viel weniger als früher von einem wirklichen Lichtstrahl sprechen.

Man gebraucht auch nur dieses Wort, um sich den Weg, die Richtung zu bezeichnen, in welcher sich die Schwingung des Aethers fortpflanzt, und benutzt diese Bezeichnung nur als eine uns bequeme Vorstellung;

ohne jedoch darunter irgend etwas wirklich Existirendes zu meinen.

Wenn wir hiernach häufig von Lichtstrahlen und hauptsächlich von chemischen Lichtstrahlen sprechen werden, welche die Sonne aussendet, so müssen wir vor Allem einem Mißverständniß vorbeugen. — Wir dürfen uns niemals vorstellen, als ob die Sonne irgend welchen Strahl durch die zwanzig Millionen Meilen bis zu uns auf die Erde niedersendet, der aus irgend einem Stoff bestehend in unsern irdischen Stoffen eine chemische Veränderung zu Wege bringt: wir müssen vielmehr unsere Leser an die Vorstellung gewöhnen, daß die Sonne da oben nur die Kunst versteht, den Aether in ihrer nächsten Nähe zu erschüttern, erzittern zu lassen, in Schwingung zu versetzen, ohne sich darum zu kümmern, was dann weiter geschieht. Dieses Zittern des Aethers pflanzt sich aber weiter von Aethertheilchen zu Aethertheilchen wellenförmig durch den ganzen Weltraum mit ungeheurer Geschwindigkeit fort, und wenn in Folge dieser Fortpflanzung auch der Aether, der bei uns hier auf Erden existirt, erschüttert wird, oder wie man es wissenschaftlich nennt, in Schwingungen geräth, so bewirken diese Schwingungen Wärme, Licht, und auch wie wir sehen werden, chemische Veränderungen.

Wenn man sich einmal mit dieser Vorstellung, welche wissenschaftlich fest begründet ist, näher befreundet, so wird es nicht schwer, sich auch ein gewisses Bild zu machen von der Art, wie möglicherweise die chemische Wirkung der Sonnenstrahlen zu Stande kommt. —

Wir sagen: „möglicherweise", denn wenn man auch mit Bestimmtheit weiß, daß solche Aether-Schwingungen stattfinden, so ist doch die Art, wie diese Schwingungen chemische Kunststücke machen, noch keineswegs wissenschaftlich enträthselt. Was wir hierüber unsern Lesern sagen wollen, soll auch nur ein Bild sein, wie man sich den Vorgang möglich zu denken vermag, und mit diesem Bilde mögen wir uns vorläufig begnügen, bis die Wissenschaft im Stande ist, eine bessere Erklärung sammt den nöthigen Beweisen zu liefern.

Wir wollen uns also bis dahin folgende Vorstellung machen.

Es ist eine ausgemachte Thatsache, daß alle Stoffe, die wir um uns sehen, nur aus einzelnen Atomen bestehen. Ein Stück Eisen ist nichts als eine Gruppe von einzelnen sehr kleinen Eisen-Atomen, die neben einander liegen. Die Zwischenräume zwischen diesen Atomen sind von Aether ausgefüllt, der alle auch die festesten Stoffe durchdringt. — Versetzt nun die Sonne den Aether des Weltraumes in Schwingung und pflanzt sich diese Schwingung von Aethertheilchen zu Aethertheilchen bis zu dem Stück Eisen fort, so fängt auch der Aether im Eisen an mitzuschwingen und in Folge dessen zittern auch die kleinen Eisen-Atome, wenngleich unser Auge viel zu unempfindlich ist, den sehr kleinen äußerst schnellen Tanz der Atome irgend wie zu merken. — Erst wenn dieser Tanz anhält, merken wir eine Veränderung an dem Stück Eisen, sobald wir es berühren. Das Eisen ist warm geworden, oder richtiger: bei der Berührung

pflanzen sich die Aether=Schwingungen im Eisen auch in unsern Fingern fort, indem der Aether, der in unsern Fingern steckt, ebenfalls anfängt den Tanz mitzumachen und unsern Nerven ein Gefühl zu verleihen, welches wir Wärme nennen. — Während des Tanzes der Eisen=Atome rücken auch die Atome etwas auseinander, und wir sagen: das Eisen dehnt sich in der Wärme aus. — Diesen Tanz der Eisen=Atome kann man auch in anderer Weise erzeugen, sobald man in anderer Weise den Aether im Eisen in Schwingung versetzt. Man kann dies durch Reibung, durch Hämmern oder durch bereits fertige Hitze eines Feuers erzeugen, das auch nur in Aether=Schwingungen besteht. Treibt man diesen Tanz weit genug, so steigert sich seine Geschwindigkeit dermaßen, daß die Atome das Kunststück der Sonne nachmachen und in Lichtschwingungen gerathen. Das Eisen durchläuft dabei sogar sehr regelrecht die ganze Stufenleiter der Lichtschwingungen, welche als verschiedene Farben erscheinen. Es zeigt sich zuerst roth glühend wird dann orange, gelblich und geräth endlich ins Weiß=Glühen, wo es ganz regelrecht wie Licht leuchtet. — Hiermit hätten wir denn eine Vorstellung, wie der Aether, in dem Stück Eisen künstlich in immer schnellere Schwingungen versetzt, die Eisen=Atome zum Mitschwingen anregt, bis sie den Wärme=Tanz und zuletzt gar den Lichttanz machen.

Was aber hat das mit Chemie zu thun? —

Zur Beantwortung unserer Frage wollen wir unsern Versuch nur fortsetzen.

Wenn man fortfährt, das Eisen weiter zu erhitzen,

oder richtiger in noch schnelleren Schwingungstanz der Atome zu versetzen, so gerathen die Atome in einen Zustand, wo sie sich gar nicht mehr um einander kümmern. Sie werden in diesem Tanze ganz gleichgültig in ihrer Lage zu einander, und während sie sich früher mit einer gewissen Kraft gegenseitig festhielten, so daß das Stück Eisen einen starren festen Körper bildete, erleiden die Atome während des Tanzens solche Verschiebungen, daß sie jetzt und so lange der Zustand dauert, eine Flüssigkeit bilden, und wir sagen: das Eisen ist geschmolzen.

Wer aber Eisen in diesem geschmolzenen Zustand, z. B. in einer Eisengießerei gesehen hat, der wird auch bemerkt haben, wie auf der feurigen flüssigen Oberfläche noch etwas anderes vorgeht. Es erscheint auf der leuchtenden Oberfläche ein Wimmeln und Durcheinanderwälzen von Schatten und Nebeln, die kreuz und quer laufen. Was das ist, das weiß der Eisengießer sehr wohl, denn er rührt mit einer Holzstange darauf herum, die dabei verkohlt, und er thut dies mit gutem Grunde, weil sonst die Oberfläche des flüssigen Eisens sich stark mit dem Sauerstoff der Luft verbinden und ein chemisches Produkt. Eisen-Oxyd, erzeugen würde, das er nicht für seinen Zweck gebrauchen kann. — Wir sehen hiernach, daß die Eisen-Atome, wenn sie einmal im vollen Tanze sind, eine gewisse Lust bekommen, sich mit den Sauerstoff-Atomen der Luft chemisch zu verbinden, die ihnen sonst gleichgültiger waren, und wir können hieraus lernen, wie gewisse künstlich erzeugte Atom-Schwingungen eine

chemische Verbindung zwischen den Atomen zweier Stoffe begünstigen.

Woher dies wohl kommen mag? das weiß man nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Aber in Ermangelung einer zuverlässigen Vorstellung wollen wir uns einmal mit der folgenden Erklärung begnügen, die mindestens die Anschauung erleichtert.

So lange Eisen in festem Zustande ist, tanzen zwar auch dessen Atome bei jeder Aether-Schwingung; allein dieser Tanz ist mit dem Tanz der Sauerstoff-Atome in ihrer Nähe nicht harmonisch. Ein Atom des festen Eisens mag wohl kleinere Schwingungen vollführen als ein Sauerstoff-Atom, und darum geht trotz ihrer gegenseitigen Anziehung keine schnelle Verbindung vor sich. Zudem hält beim festen Eisen ein Eisen-Atom das andere zu fest, um eine anderweitige Verbindung zu begünstigen. Im flüssigen Eisen dagegen, wo die Schwingung ganz anders geworden und ein jedes Eisen-Atom sich los und ledig von der Anziehung seines Nachbars fühlt, da mag der Tanz des Eisen-Atoms schon viel harmonischer mit dem des Sauerstoff-Atoms in der Nähe sein, und diese Gemeinsamkeit der harmonirenden Schwingung mag wohl ihr inniges Aneinanderlegen befördern, welches aus beiden ein Pärchen eines ganz neuen Stoffes macht, das man Oxyd nennt.

Befreundet man sich mit dieser Vorstellung, so wird man sich leicht denken können, wie auch der sogenannte Sonnenstrahl, oder richtiger: die Aether-Schwingung, welche die Sonne anregt, oft eine gleiche Wirkung hervorzubringen vermag.

Zwar ist dies Einwirken der Sonne auf Eisen und Sauerstoff nur in geringem Grade und nur unter gewissen Umständen der Fall, die wir noch näher kennen lernen werden. Allein es giebt Stoffe, die, so lange sie nicht vom Licht beschienen werden, sich gegeneinander gleichgültig verhalten, sobald sie jedoch dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, bekommen sie beide gewaltige Luft zur chemischen Ehe und vollziehen diese mit oft so außerordentlicher Energie, wie wir dies in der Folge noch mehrfach sehen werden.

Was hat man sich hierunter zu denken? Wie kommt das Sonnenlicht dazu, den chemischen Eheprokurator zu spielen? — Nun, wir sagen, daß es daher rühren könnte, daß die Schwingungen des Aethers, welche die Sonne erzeugt, auf beide Stoffe so einwirken, daß sie ihren früheren unharmonischen Atom-Tanz verändern und nunmehr harmonisch zu tanzen anfangen und somit bringt die Gleichmäßigkeit ihrer Schwingung eine Paarung zu Stande, die wir eine chemische Verbindung nennen.

Wir wiederholen, daß dies eine Vorstellungsweise ist, welche noch keinen Anspruch auf wissenschaftliche Gültigkeit zu machen hat; aber sie wird uns gute Dienste leisten, um bei den folgenden wichtigen Entdeckungen mindestens ein Bild eines geheimnißvollen Vorganges fassen zu können.

VIII. Optisches Licht und chemisches Licht.

Die Reihe der Entdeckungen, welche wir nunmehr unsern Lesern vorzuführen haben, betreffen die chemische Wirkung des Lichtes, oder richtiger die chemische Wirkung der Aether-Schwingungen, welche durch die Sonne erzeugt werden.

Daß das Licht chemische Veränderungen hervorbringt, ist eine nicht bloß wissenschaftlich seit langen Zeiten, sondern auch im gewöhnlichen Leben sehr bekannte Thatsache.

Wer aus einer alten Wohnung auszieht, wird oft mit Verwunderung bemerkt haben, wie die Farbe der Wand dort wo ein Bild gehangen oder ein Möbel gestanden hat, noch sehr frisch zu sehen ist, während sie an allen Stellen, die dem Lichte zugänglicher sind, verblaßt erscheint. — Alle Damen wissen es ganz vortrefflich, wie die Farbe ihrer Kleider und Tücher verschießen, und zwar an den Stellen am meisten, die dem Lichte ausgesetzt sind, während sich in den Falten die Farben viel besser halten. Seit undenklicher Zeit benutzt man das Sonnenlicht zum Bleichen der Leinwand, wobei die gelblich graue Farbe der Leinenfaser sich klärt und sich unter fleißiger Besprengung mit Wasser in das schönste Weiß verwandelt.

Allbekannt ist auch die Wirkung des Sonnenlichtes auf die Pflanzen, die, wenn sie im Finstern wachsen, bleich sind, und erst im Sonnenlicht ihre grüne Farbe annehmen. Jede gute Hausfrau wird dergleichen schon

an ihren Kartoffeln bemerkt haben, die gegen das Frühjahr im Keller auszuwachsen anfangen, oder wie man zu sagen pflegt: Bärte bekommen, indem sie Wurzelfäden ausstrecken, die farblos sind; wo jedoch das Sonnenlicht sich durch das Kellerloch hineingeschlichen hat, da sind die Bärte grün geworden. — Daß die Pflanzen im Zimmer nach dem Fenster hin wachsen, und die Topfbäumchen darum, wenn sie hübsch rund werden sollen, öfter nach dem Licht umgedreht werden müssen, ist ebenfalls eine den Damen wohlbekannte Erfahrung. — Wie aber auch Kinder, die in der sogenannten Stubenluft bleich geworden sind, im Freien und unter der Einwirkung des Sonnenlichts rothe Backen bekommen, ist gewiß eine allen Müttern sehr herzerfreuliche Wahrnehmung. —

Diese und ähnliche Erscheinungen kannte man schon längst, man wußte nur nicht, daß das Chemie ist, und betrachtete sie, wie tausend andere Dinge im Leben, als allbekannte Thatsache, ohne den wissenschaftlichen Gründen nachzuforschen.

In Wahrheit aber liegt all diesen Veränderungen eine Veränderung in der Zusammensetzung der Stoffe zu Grunde, und das ist eben ein chemischer Vorgang, und das Licht spielt hierbei die Rolle des Chemikers.

In der wissenschaftlichen Untersuchung stellt sich diese Wahrheit sehr klar und entschieden heraus. — Einige Beispiele werden dies deutlicher darthun. Ein Stückchen reiner Phosphor, der wie weißes Wachs aussieht, bleibt im Dunkeln in einem Fläschchen mit Wasser

aufbewahrt unverändert; setzt man ihn jedoch dem Sonnenlichte aus, so wird er roth, indem er eine dem Phosphor-Oxyd ähnliche Masse bildet. — Reine wasserfreie Salpetersäure hält sich im Dunkeln, setzt man sie aber dem Sonnenlicht aus, so zersetzt sie sich in Sauerstoff und eine Art schwächere Salpetersäure. — Das wasserhelle reine Terpentinöl wird gelblich und harziger, sobald man es dem Sonnenlichte aussetzt, wobei noch ein anderer Prozeß vorgeht, von dem wir noch weiterhin zu sprechen Gelegenheit haben werden. —

In neuerer Zeit hat die Wissenschaft in sehr hohem Grade ihre Aufmerksamkeit auf die chemische Wirkung des Lichtes gerichtet; denn auf dieser Wirkung beruht die Kunst der Photographie, die bekanntlich einen ganz ungeahnt hohen Aufschwung gewonnen.

Der Photograph ist in Wahrheit nichts anders als ein Chemiker, obwohl es nicht wenig Photographen giebt, die sehr wenig von der wissenschaftlichen Grundlage ihrer Beschäftigung ahnen, und bloß durch eingeübte technische Fertigkeit nach guten Recepten verfahren und vortreffliche Bilder liefern.

Der Kern des photographischen Vorganges beruht nun darin, daß gewisse Silbersalze durch Einwirkung des Lichtes eine chemische Veränderung erleiden; setzt man daher eine Glas-Platte, die in gehöriger Weise mit einem Ueberzug eines geeigneten Silbersalzes versehen ist, der Einwirkung des Lichtes in einer Camera-obscura aus, so erhält die Platte einen dauernden Eindruck von dem Bildchen, das auf der matten Scheibe

der Camera-obscura sichtbar ist, und nach einigen Sekunden dieser Einwirkung vermag der Photograph die Platte wieder fortzunehmen und durch anderweitige chemische Behandlung das Bild vollständig hervorzurufen, um es durch eine ähnliche weitere Operation auch auf Papier zu bringen. —

Es würde uns viel zu weit von unserm Thema abführen, wenn wir die Vorgänge des photographischen Verfahrens hier näher darlegen wollten; wir haben hiermit auch nur ein Beispiel vorführen wollen, das wohl Jedermann bereits zu der augenscheinlichen Ueberzeugung gebracht, welch' ein merkwürdig feiner Chemiker das Licht sein muß, wenn es in wenig Sekunden, ja oft in nur Einem Augenblick eine ganze große Gegend mit Allem, was darin sichtbar ist, aufs allergetreueste zu kopiren vermag. — Wir wollen nur noch hinzufügen, daß die wissenschaftliche Ausbeute dieser chemischen Kunst kaum erst im Beginnen ist, und sie ganz unzweifelhaft den Beruf hat, eine Bedeutung zu gewinnen, deren Umfang wir so wenig zu ahnen vermögen, so wenig die ersten Erfinder der Buchdruckerkunst deren Wirkung auf das gesammte Geistesleben der Menschen ahnten.

Für jetzt haben wir noch die Thatsache zu erwähnen, daß man auf dem Wege der Photographie sehr wichtige Resultate erlangt hat über die Frage: in welchem Verhältniß die Lichtwellen des Aethers zu denjenigen stehen, welche chemische Wirkungen hervorbringen?

Wie wir bereits wissen, wird das Sonnenlicht, wenn es durch ein Prisma geleitet wird, in ein Far-

benbild zerlegt, das durch Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Dunkelblau und Violet das bekannte Spektrum bildet. Auf unser Auge machen nun die erst genannten Farben bis zum Grün einen viel stärkern Licht=Eindruck als die nach dem Grün kommenden. Wir nennen daher auch Roth, Orange und Gelb grelle Farben, während uns Blau, Dunkelblau und Violett als milde Farben erscheinen. Man sollte nun meinen, daß es in chemischer Beziehung auch so sein, und die Wirkung der grellen Farben eine stärkere sein müßte als die der milden; dem ist jedoch keineswegs so. — Bringt man eine photographische Platte in das Spektrum, so zeigt es sich, daß die rothen, die orangen und die gelben Lichtwellen fast gar keine chemische Wirkung haben; erst bei sehr langer Einwirkung beginnt das Grün einen bemerkbaren Einfluß auszuüben; dahingegen haben die blauen und violetten Wellen eine starke chemische Wirkung und geben sich hierin schon nach wenigen Sekunden kund.

Ja, solche Versuche haben noch zu einem ganz neuen und lehrreichen Resultat geführt. Es wirkt nicht bloß das Violet, die letzte sichtbare Farbe des Spektrums, sehr stark ein, sondern man gewahrt eine chemische Wirkung noch weit hinaus über das Violet, wo wir mit unsern Augen gar kein Licht mehr sehen. Es giebt also chemische Aether=Schwingungen, die unser Auge gar nicht mehr wahrnehmen kann, und das lehrt uns, daß optisches Licht und chemisches Licht keineswegs ein und dasselbe sind!

Wir werden auf diese merkwürdige Thatsache noch

zurückkommen, wenn wir die Wirkung der Farben des Spektrums als Wärme in Betracht ziehen; für jetzt soll uns dies nur als Einleitung zu den Entdeckungen dienen, die über die chemischen Kräfte der Sonne Aufschluß geben, und beiläufig uns als Beweis gelten, daß die Netzhaut unseres Auges und die Einwirkung des Lichtes auf die feinen Nervenkörperchen derselben nichts mit der Chemie zu thun hat, sondern auf einer Einwirkung beruht, die wir noch keineswegs kennen.

IX. Das Chlor-Knallgas im Sonnenlicht.

Wir kommen nunmehr zu dem Hauptversuch, der die Grundlage eben so großer wie kühner Entdeckungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften bildet, und deshalb wollen wir dem eine besondere Aufmerksamkeit schenken.

Zu diesem Zweck müssen wir vor Allem zwei Gase, das Chlor- und das Wasserstoffgas, die hierbei eine wichtige Rolle spielen, in einigen allgemeinen Grundzügen unsern Lesern vorführen.

Chlor ist ein Gas, das einen Hauptbestandtheil unseres gewöhnlichen Kochsalzes ausmacht; denn Kochsalz ist eben eine chemische Verbindung von Chlor und einem Metall, Natrium, von welchem wir schon öfter gesprochen haben. Kochsalz heißt daher auch in der chemischen Sprache Chlor-Natrium. — Durch ein allen

Chemikern bekanntes Verfahren kann man das Chlor in seiner natürlichen Beschaffenheit als gasförmige Masse erhalten, und man findet sodann, daß dies eine eigenthümliche Luftart ist, die eine gelblich grüne Farbe hat und an drittehalb Mal so schwer ist, als gewöhnliche Luft. Preßt man solches Chlorgas zusammen, so verwandelt es sich in eine Flüssigkeit. — Das Chlorgas hat auch eine starke Neigung, sich mit Metallen zu verbinden. — Besitzt man eine Glaskugel voll Chlorgas und streut man z. B. Arsenik oder Antimon in feiner Pulverform hinein, so entzündet sich dieser Staub von selbst, indem er in der Verbrennung eine Verbindung mit dem Gase eingeht. — Das Chlorgas verbindet sich auch mit dem Wasserstoffgas, das wir nun ebenfalls in einigen Zügen kennen lernen wollen.

Das Wasserstoffgas ist der Hauptbestandtheil unseres gewöhnlichen Wassers. — Durch ein geeignetes Verfahren kann das Wasserstoffgas dem Wasser entrissen werden; dies geschieht am bequemsten, wenn man ein wenig Schwefelsäure in's Wasser schüttet und in dies angesäuerte Wasser etwas Zink hineinthut, worauf man sofort eine Masse Bläschen gewahren wird, die vom Zink, das sich aufzulösen beginnt, aufsteigen, und die eben aus Wasserstoffgas bestehen. Gereinigt und in geeigneter Weise gesammelt, erhält man im Wasserstoff ein Gas, welches an 13mal leichter ist als Luft. Dieses Gas ist brennbar, und bildet auch den Haupttheil unseres gewöhnlichen Leuchtgases, dessen zweiter Bestandtheil Kohle ist, die der Flamme die leuchtende Eigenschaft verleiht.

Die Chemiker, deren Hauptgeschäft es ist, alle möglichen Dinge in der Welt aneinander zu bringen und alle möglichen Versuche mit ihnen anzustellen, um zu sehen, was aus ihnen wird, haben nun auch das Chlorgas und das Wasserstoffgas nicht ungeschoren gelassen, und sie haben dabei Folgendes herausgefunden.

Wenn man in eine Glaskugel beide Gase zu gleichen Theilen hineinbringt und durch Schütteln das schwere Chlorgas mit dem leichten Wasserstoffgas gründlich mischt, so braucht man nur ein Zündhölzchen an das Gemenge zu bringen, um sofort einen gewaltigen Knall zu vernehmen, unter welchen das Glasgefäß zersprengt wird. Vollzieht man indessen dies gefährliche Kunststück unter vorsichtigen und schützenden Umständen, so nimmt man nach der Explosion wahr, daß beide Gase sich bei dem heftigen Knall verbunden haben zu einem neuen Gas, und dieses neue Gas hat neue Eigenschaften, die früher keines von beiden besessen; es ist das neue Gas unter dem Namen Chlor-Wasserstoff-Gas bekannt; wenn man zu diesem Gas ein wenig Wasser bringt, so wird es von diesem begierig aufgesogen und fortan bildet das Wasser eine Flüssigkeit, welche auf wissenschaftlichem Gebiet den Namen Chlorwasserstoff-Säure führt, im gewöhnlichen Leben aber unter dem Titel Salzsäure bekannt ist.

Weil nun die Ehe zwischen Chlorgas und Wasserstoffgas mit gar so heftigem Knall vor sich geht, hat man das Gemenge beider Gase mit dem Namen Chlor-Knallgas belegt und dieses Namens werden auch wir uns fortan bedienen. Chlor-Knallgas ist also blos eine

Mischung zweier Gase, die sich noch nicht chemisch verbunden haben, denn eine Mischung ist noch lange keine chemische Verbindung, was schon der bloße Anblick dieser Mischung lehrt, die ihre grünliche Farbe noch immer beibehält, während das neue Gas, das nach der Verbindung entsteht, ganz farblos ist. — Dieses neue durch die chemische Verbindung entstandene Gas werden wir fortan Salzsäure-Gas, oder lieber einfacher Salzsäure nennen, wozu wir hier nur ausdrücklich hinzufügen, daß wir darunter nicht die flüssige Salzsäure verstehen, welche eigentlich nur aus Wasser besteht, das möglichst viel von salzsaurem Gase in sich eingesogen hat, worin das Wasser durchaus nicht bescheiden ist; denn ein Kubikzoll Wasser vermag an 500 Kubikzoll Salzsäure-Gas zu verschlucken.

Ueber das Wesen des neu entstandenen Gases haben wir noch das eine zu bemerken, daß es in seiner Verbindung weder dichter noch dünner wird, als es vorher in der Mischung war; es nimmt demnach denselben Raum ein, wie die beiden unverbundenen Gase. Die Explosion, die es bei der Verbindung erzeugt, deutet nur auf eine momentane sehr starke Raumveränderung hin, wie dies im Augenblick der chemischen Ehe häufig der Fall ist; indessen ist uns über die wahre Ursache dieser Explosion nichts Sicheres bekannt, wie denn überhaupt bei dem jetzigen Stand der Wissenschaft selbst bei der größten Sorgfalt auf die Erscheinungen der Chemie, die Ursachen und die momentanen Vorgänge meist nur Gegenstände der Vermuthung sind.

Nunmehr kommen wir zur Hauptsache, zu der Wahrnehmung, daß auch das direkte Sonnenlicht bei den erwähnten Gasen dasselbe Kunststück zu vollführen versteht, wie ein brennendes Zündhölzchen.

Setzt man nämlich ein Glasgefäß mit der Mischung, die wir Chlor-Knallgas nennen, dem direkten Sonnenlicht aus, so geschieht dieselbe Explosion, und es vollzieht sich dieselbe chemische Verbindung, die wir oben angeführt haben. Dafür jedoch macht es das zerstreute Tageslicht viel bescheidener. In einem hellen Zimmer, in das die Sonne nicht hineinscheint, kann man den Versuch ohne Gefahr vornehmen. Man beobachtet dann recht bald, wie die grünliche Farbe der Mischung sich nach und nach verliert, ein Zeichen, daß diese chemische Ehe auch unter Umständen in der Stille zu Stande kommt. Hat sich die Farbe ganz verloren, so setzt man das Glasgefäß noch auf einige Minuten in das direkte Sonnenlicht, um den Prozeß vollständig beendigen zu lassen. Untersucht man dann das Gefäß, so findet man darin nichts als das Salzsäure-Gas und hat somit eine nur vom Licht vollzogene chemische Wirkung vor sich.

Diese Thatsachen waren in der chemischen Wissenschaft schon seit längerer Zeit bekannt. — Es war ferner auch erwiesen, daß das Gemisch, wenn man es im Finstern ganz sich selbst überläßt, durchaus unverändert bleibt. — Endlich hatte man auch beobachtet, daß an hellen Tagen das zerstreute Tageslicht die Arbeit schneller vollzieht als an trüben; und schließlich wußte man auch, daß wenn man beide Gase ungemischt und einzeln dem

Sonnenschein aussetzt und sie dann schnell in's Finstere bringt und mischt, die chemische Verbindung nicht erfolgt. —

Gleichwohl hat von den Naturforschern der Gegenwart wiederum Bunsen in Heidelberg das große Verdienst, diese Versuche zum Gegenstand neuer Forschungen zu machen, und es ist ihm und seinem Schüler Roscoe gelungen, weit ausgreifende und in die Tiefen der Natur-Erscheinungen eindringende Resultate zu gewinnen, die man im vollsten Maße als bahnbrechende Forschungen bezeichnen muß, und die für das Wirken der Sonne im Weltraum einen so sichern Maßstab geben, daß wir dies unsern Lesern in Behandlung unseres Themas nunmehr vorführen müssen.

X. Wie man die chemische Kraft der Lichtstrahlen messen kann.

Bunsen und Roscoe haben zur näheren Erforschung der chemischen Wirkung des Lichtes, die Kraft desselben auf Chlor-Knallgas zum Gegenstand einer sehr ausführlichen Untersuchung gemacht, und sie sind zu dem glücklichen Resultat gelangt, in der Verwandlung dieses Gases zu Salzsäure-Gas einen Maßstab der Wirkung der chemischen Strahlen nicht blos der Sonne, sondern auch jedes andern leuchtenden Stoffes ausfindig zu machen.

Durch die ausgezeichneten Arbeiten dieser Forscher

besitzt jetzt die Wissenschaft zur Messung der chemischen Kraft ein neues Werkzeug, das in dieser Beziehung dieselbe Rolle zu spielen berufen ist, wie das Thermometer in Bezug auf die Wärme. Wie man gegenwärtig zu jeder Stunde am Thermometer ablesen kann wie viel Grad der Wärme uns das Sonnenlicht bringt, und man durch Vergleiche zu bestimmen vermag, ob und um wie viel sich diese Spendung von Wärme vermehrt oder vermindert hat; wie man jetzt nicht blos Stunden und Tage, sondern Jahreszeiten und ganze Jahrgänge, Erdstriche und Gesammtländer wissenschaftlich charakterisirt nach dem Grad der Wärme, die sie empfangen, so wird man auch in Verfolg der herrlichen Forschungen Bunsen's und Roscoe's recht bald dahin kommen, sagen zu können, wie es um die Spende der chemischen Strahlen der Sonne steht. — Man wird zu jeder Stunde und an jedem Ort der Erde wissen, was wir für chemisches Wetter haben. — Man wird Krankheiten der Menschen, der Thiere und der Pflanzen, die zeitweise und strichweise herrschen, in ihren Ursachen viel besser erforschen können durch die Bestimmung der Zu- oder Abnahme der chemischen Sonnenwirkung. — Man wird ganz sicher ein richtigeres Urtheil als bisher gewinnen über gewisse Orte, die man als gesunde und andere, die man als kranke bezeichnet. — Man wird, mit Einem Worte gesagt, einen Maßstab für eine sehr mächtige Natur-Einwirkung erhalten, über welche uns unsere fünf Sinne keinen Aufschluß geben, und zu deren Erkenntniß wir erst auf dem Umweg gelangen, den man eben „Wissenschaft" nennt.

Zwar läßt sich voraussehen, daß sich auch die Charlatanerie dieses Zweiges des Wissens bemächtigen und Wunderkuren mit „chemischer Sonnenkraft" bewerkstelligen wird, wie man jetzt Beutelschneidereien mit allem möglichen naturwissenschaftlichen Aberglauben treibt; allein der wirklichen Wissenschaft wird dieser Mißbrauch keinen Abbruch thun; sie wird vielmehr zur Verherrlichung des Forscherfinnes der Menschen in ihrer nunmehr eröffneten Bahn sicher fortschreiten und höchst wahrscheinlich noch auf Resultate führen, die wir für jetzt keineswegs zu ahnen vermögen.

Wir wollen nunmehr die jetzt festgestellten Resultate der Untersuchungen von Bunsen und Roscoe unsern Lesern vorführen, denn sie gehören zum großen Theil recht eigentlich zu dem Thema, das wir behandeln.

Vor Allem galt es einen Apparat herzustellen, an welchem man mit Leichtigkeit messen kann, wie viel Chlor-Knallgas unter der Einwirkung irgend welcher chemischer Strahlen in Salzsäure in bestimmten Zeiten, z. B. einer Minute, verwandelt wird. Wir können von dieser Einrichtung des Apparats nur sagen, daß er den jetzigen Anforderungen der Wissenschaft in sehr, hohem Grade entspricht und ganz bestimmt noch vervollkommnet werden wird, sobald die Nothwendigkeit feinerer Messungen sich herausstellt. Verwandter mit unserem Thema ist die zweite Vorarbeit, die Untersuchung: in welchem Grade künstliche Flammen eine Kraft besitzen, das Chlor-Knallgas zur chemischen Verbindung anzuregen? Diese Untersuchung ergab, daß Kohle in gewöhn-

licher Luft verbrannt, einen starken chemischen Effekt hervorbringt, das heißt, daß Strahlen eines hellen Kohlenfeuers in einer Minute eine bedeutende Portion von Chlorknallgas in Salzsäure verwandeln, daß also diese Strahlen viel chemische Kraft besitzen. —

Am niedergebrannten Kohlenfeuer wird wohl jeder unserer Leser schon die feinen blauen Flämmchen beobachtet haben, die wie Geister darüber hintanzen. Diese Flämmchen sind das brennende Kohlen-Oxyd-Gas, das, wenn es bei zu früh geschlossener Klappe ins Zimmer dringt, so außerordentlich gefährlich wirkt. Die blauen Flämmchen leuchten fast gar nicht; aber sie besitzen eine sehr starke Portion chemischer Strahlen. — Zunächst dieser Flamme kommt in chemischer Wirkung die reine Wasserstoff-Flamme, die gleichfalls nicht leuchtet, sondern in blaßbläulichem Lichte verbrennt. Unser gewöhnliches Leuchtgas, das eigentlich aus Kohlenwasserstoff besteht, und also der Vermuthung nach stärkere chemische Wirkung haben sollte, besitzt trotzdem etwas weniger davon als das reine Wasserstoff. — Die Untersuchung wendete sich nun an die Erforschung der Wirkung verschiedener, farbiger Flammen und stellte deren Kraft genau fest. Es ergab sich hieraus vorläufig, daß die Farbe der Flamme allein keinen entscheidenden Einfluß auf deren chemische Wirkung habe; die fahle Flamme des Antimon-Chlorür und die schön grüne Flamme des Kupferchlorids sind beide reich an chemischen Strahlen, obwohl sie dem Augenschein nach sehr verschieden sind.

Nunmehr mußte festgestellt werden, wie sich die

Wirkung irgend einer künstlichen Flamme verändert, wenn man das Chlorknallgas ihr nah oder fern anbringt. Die Versuche ergaben denn das erwartete Resultat, daß nämlich die Wirkung abnimmt nach dem Quadrat der Entfernung, das heißt: die chemische Kraft jeder Flamme, die auf einen Fuß Entfernung eine gewisse Stärke besitzt, wirkt bei einer Entfernung von zwei Fuß viermal schwächer, bei drei Fuß neunmal, bei vier Fuß sechszehnmal schwächer u. s. w. immer in demselben Verhältniß schwächer, wie die Zahl der Fuße mit sich selbst multiplicirt beträgt.

Jetzt mußte sich die Untersuchung auf einen andern Punkt hinwenden. Das Gas-Gemenge, worauf die Flammen wirken sollten, befindet sich in einem Glasgefäß; die chemischen Strahlen müssen also durch die Glaswand gehen, bevor sie durch das Chlor-Knallgas wirken können, und da fragt es sich: ob und in wie weit bei diesem Durchgang durch die Glaswand eine Schwächung der Wirkung vor sich geht? —

Die Resultate dieser Untersuchung, bei welcher die chemischen Strahlen durch die verschiedensten Flüssigkeiten, Glasarten, Krystalle, Luftmassen und Dämpfe geleitet wurden, sind von der größten Wichtigkeit, denn sie eröffnen ein ganz neues Gebiet der Wissenschaft, an das sich voraussichtlich ganz große Reihen von weitern Forschungen anschließen werden. Für jetzt können wir nur sagen, daß in der That jede durchsichtige Substanz etwas von der chemischen Wirkung vernichtet, und je dicker die Substanz ist, desto stärker ist seine Verdichtung.

Es ergab sich aber auch, daß jede verschiedene Substanz ihre Eigenthümlichkeit dabei hat und in verschiedenen Graden die chemischen Strahlen unwirksam macht. Wenn man bisher jede durchsichtige Substanz wissenschaftlich zu ordnen hatte, je nachdem sie für Wärme mehr oder weniger durchdringlich ist und wieder anders zu ordnen, wenn man sie in Bezug auf Licht untersuchte, so hat man jetzt wieder eine neue Ordnung in der Wissenschaft einzuführen, um ihre Durchdringlichkeit für chemische Strahlen festzustellen. Wie es Stoffe giebt, welche viel Wärme und wenig Licht durchlassen, so giebt es Stoffe, die sich in Bezug auf Durchlassen chemischer Strahlen wiederum anders verhalten, und sich somit durch eine neue Eigenschaft charakterisiren.

Wenn wir hinzufügen, daß chemische Strahlen auch von durchsichtigen Stoffen gebrochen, gebeugt und reflektirt werden, so werden unsere Leser der Versicherung nicht bedürfen, daß durch die bahnbrechenden Untersuchungen von Bunsen und Roscoe ganz neue Abschnitte der Physik im Entstehen begriffen sind.

XI. Die photochemische Einheit und der chemische Licht-Grad.

Nachdem Bunsen und Roscoe die chemische Wirkung der verschiedenen brennenden Substanzen, der verschiedenen Farben der Flammen und der verschiedenen

durchsichtigen Stoffe, durch welche die chemischen Strahlen ihren Weg nehmen, untersucht und untereinander verglichen hatten, richtete sich ihre Aufmerksamkeit auf eine Hauptarbeit, auf die Herstellung eines gleichen und sichern Maßes für diese Wirkung, oder richtiger: auf eine Vorrichtung, durch welche man im Stande ist, den jedesmaligen Grad der Wirkung so in Zahlen anzugeben, wie dies bei Messungen ein für allemal festgestellt sein muß.

Wie man im gewöhnlichen Leben gar keine gemessene Größe bestimmen kann, so lange es nicht feststeht, wie groß eine Elle, oder sonst ein durch Uebereinstimmung angenommenes Grundmaß ist, so ist dies auch in der Wissenschaft der Fall; deshalb mußte ein Einheitsmaß für die chemische Wirkung der Lichtstrahlen gefunden werden, welches fortan bei allen ferneren Untersuchungen durch Zahlen nur angegeben zu werden braucht, um für sämmtliche Forschungen und Forscher verständlich zu sein.

Für dieses Einheitsmaß haben Bunsen und Roscoe die Flamme des Kohlen-Oxyd-Gases gewählt, und zwar haben sie die Oeffnung des Brenners, aus dem das erwähnte Gas ausströmt, genau in Millimetern bestimmt; ferner haben sie den Druck, unter welchem das Gas und die Menge, die davon in jeder Sekunde verbrennt, gleichfalls in genauen Zahlen festgestellt, und die Flamme, die solche Vorrichtung giebt, haben sie zur Normal-Flamme erklärt.

In einer Entfernung von einem Meter, also ungefähr drei Fuß, von dieser Normalflamme stellten sie nun

das Gefäß mit Chlor-Knallgas auf, und beobachteten genau, wie viel von diesem Gasgemenge in einer Minute durch die chemische Wirkung der Normal-Flamme zu Salzsäure verwandelt wird; und diese Wirkung nannten sie „die photochemische Einheit!“ — und um auch größere Maßausdrücke zu haben; belegten sie 10,000 solcher Einheiten mit dem Namen „eines chemischen Licht-Grades.

Durch diese Feststellungen ist nunmehr allen künftigen Forschern gewissermaßen ein chemischer Zollstock in die Hand gegeben. Wenn man bisher von der chemischen Wirkung des Lichtes sprach, war man nur im Stande, durch ungefähre Schätzungen die Stärke der Wirkung zu beschreiben; jetzt ist ein genaues Maß dafür gefunden, und bei geeigneten Vorrichtungen kann man ebenso zweifellos bestimmen, wie viel photochemische Einheiten oder Lichtgrade die Flamme einer beliebigen Tischlampe besitzt, wie man im Stande ist, durch einen Versuch anzugeben, um wieviel Grad das Thermometer steigt, wenn man es dieser Lampe in eine bestimmte Nähe bringt.

Aber auch dieser neue Maßstab konnte immer noch nicht für die Ziele ausreichen, welchen die ausgezeichneten Forscher nachstrebten. Es galten ihnen all' die Messungen der chemischen Wirkungen künstlicher Flammen nur als eine Vorarbeit, damit sie einen Maßstab gewinnen für die chemische Kraft des Sonnenlichtes, und zwar sowohl des direkten Sonnenstrahls, wie des Tageslichtes bei unbewölktem Himmel. Ferner kam es ihnen darauf an, auch den Einfluß zu messen, welchen Wolken

auf die chemische Kraft der Sonne ausüben, und zwar Wolken verschiedener Gattung, wie sie die Witterungskunde näher bestimmt. Endlich machten sie sich an die Aufgabe, auch für die verschiedenen Stunden des Tages, wo die Sonne hoch oder niedrig am Himmel steht, die chemische Wirkung in allen Abstufungen kennen zu lernen, und desgleichen die Einflüsse der Jahreszeiten, wie die der Luftwärme und der Luftfeuchtigkeit auf das chemische Wetter zu ergründen. Schließlich galt es auch über ganze Länder und Weltgegenden zu einer bestimmten Erkenntniß ihres durchschnittlichen chemischen Verhältnisses den Grundbau zu legen, um einmal die ganze Landkarte mit chemischen Linien ebenso durchziehen zu können, wie man es jetzt bereits mit Wärme-Linien und magnetischen Linien zum Vortheil der Wissenschaft gethan hat.

Aber auch noch weiter als über den Raum des Erdenrunds und bis in die fernen Gebiete des Weltraums hinein, wo die Sonne und die Planeten existiren, dehnt sich dieses neu eroberte Reich der Wissenschaft aus. Wie man jetzt die Frage nicht mehr scheut, wie viel eiskaltes Wasser wohl in einer Stunde bis zum Kochen gebracht werden kann, wenn man die gesammte Wärme der Sonne als Feuerherd benutzte, so haben auch die erwähnten Forscher die Frage nicht gescheut: wie viel Kubikmeilen Salzsäure kann wohl die Sonne mit ihrer gesammten chemischen Kraft erzeugen, falls man sie in eine Atmosphäre von Chlorknallgas hinein brächte? — All diese Fragen sind keine müßigen Spielereien mehr,

sondern tragen die Grundlage sehr zuverlässiger Forschung in sich; denn in Wahrheit: die Wissenschaft kehrt nicht um, und will nicht zum leeren Glauben umkehren, sondern nimmt ihren Ausflug weit hinaus über Fernen, wohin sonst nur die Phantasie sich hinein wagte, und wo ehedem geistig hinanzustreben schon als Frevel galt, weil die Einfalt des Glaubens diese Fernen als den Sitz der ewigen Unendlichkeit erklärte, zu welchem das Menschenkind nur im Bewußtsein seiner Demuth und Niedrigkeit aufblicken dürfe.

Dieses große Reich der wissenschaftlichen Eroberung ist noch so neu und erst in so allgemeinen Grundzügen von den herrlichen Forschern für unsern Blick geöffnet, daß unsere Leser und Leserinnen mit uns Nachsicht haben werden, wenn wir ihnen für jetzt nur einen leichten Fingerzeig darin darzubieten vermögen. — Wie jeder neue Zweig des Wissens, hat auch dieser seine ganz besondern Vorbegriffe nöthig, die nicht leicht und in Kürze gemeinfaßlich gemacht werden können. Wir werden in den nächsten Artikeln den Versuch machen, so viel es uns möglich von den bereits gewonnenen Resultaten und den nächsten Aussichten, die sie eröffnen, das Wesentlichste vorzuführen. Für jetzt wollen wir uns nur mit einer Bemerkung begnügen, die speziell unser Thema berührt.

Unser Auge ist ein höchst wunderbares Instrument für eine besondere Gabe, welche die Sonne herniedersendet, und welche wir Licht nennen; es ist das Auge so eingerichtet, daß unsere Pupille sich bei hellem Licht

verkleinert und bei dunklem Licht erweitert, so daß eine gewisse Gleichmäßigkeit in der Wirkung des Lichts sich im Auge ohne unser Wollen und Wissen herstellt und regulirt. Dadurch ist unser Auge zwar ein wundervolles praktisches Natur-Instrument, aber ein sehr schlechtes wissenschaftliches Instrument; denn wir können durchaus nicht schätzen, um wie viel der eine Tag heller ist als der andere. — Nun aber besitzen wir für Wärme und für chemische Strahlen, die zwei andern Spenden der Sonne, hinreichende künstliche Instrumente, um diese genau zu messen. Diese Instrumente sind wissenschaftliche Werkzeuge; wir gewahren also, wie die Wissenschaft, wenn sie einmal hinter Naturgeheimnisse kommt, uns noch exakter bedient als unser leibliches Auge, das doch offenbar äußerst sinnreich für unsern Dienst eingerichtet ist! — Wenn man über diesen Umstand weiter nachdenkt, kommt man zu dem Resultat, daß der Geist der Forschung doch noch mehr ist, als die sinnliche Gabe der Natur, und wie wir seines Gedeihens und seiner Pflege uns eigentlich noch mehr erfreuen sollten, als des Genusses dessen, was wir als Geschenk mit auf die Welt bringen.

Indessen wollen wir es nur unseren Lesern hier beiläufig verrathen, daß es in neuerer Zeit gelungen ist, auch optische Lichtmesser zu erfinden. Wir werden von diesen sinnreichen Instrumenten weiterhin noch Bericht erstatten, und wollen nur mit der tröstlichen Wahrnehmung schließen, wie merkwürdig die geistigen Arbeiten jetzt in ihrer Unabhängigkeit in einander greifen und zu

einer Kette sich zusammenfügen, um zur Meßschnur von Geheimnissen zu werden, die uns die Natur so reichlich in verhüllter Form darbietet.

•

XII. Vertheilung der chemischen Sonnen-Kraft an die einzelnen Planeten.

Um einige der wichtigsten Resultate der Untersuchung von Bunsen und Roscoe unsern Lesern übersichtlich zu machen, wollen wir zunächst die Wirkung der gesammten chemischen Kraft der Sonne im Weltraum vorführen; sodann wollen wir die Wirkung dieser Kraft auf jeden einzelnen der Planeten zeigen; endlich wollen wir uns auf unserem lieben Erdenrund niederlassen und hier die Mittagszeit des Frühlings oder des Herbstes, wenn der Tag allenthalben seine zwölf Stunden lang ist, in Betracht ziehen, und schließlich wollen wir einmal die Wirkung dieser Kraft durch die Zeit eines ganzen Tages vom Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang verfolgen, um die Abwechselung, die da entsteht, kennen zu lernen. Nachträglich wird uns das sogenannte chemische Wetter beschäftigen, und so weit dann der Stand dieser neuen Wissenschaft, wie speziell unser Thema es mit sich bringt, werden wir auch unseren freundlichen Lesern mit einigen Betrachtungen zu nahen wagen.

Was die Gesammtwirkung der Sonne betrifft, so ergiebt die Untersuchung Folgendes:

Wenn man die chemische Kraft, welche die Sonnenkugel nach allen Seiten des Weltraums ausübt, zusammenfaßt und sie eine Minute lang auf einen Weltraum wirken lassen könnte, der mit Chlorknallgas gefüllt ist, so würden in dieser Minute etwas mehr als 25½ Billionen Kubikmeilen dieses Gas-Gemisches in Salzsäure-Gas verwandelt werden. — Indessen können wir solch' ein Kunststück nicht bewerkstelligen, und einen Weltraum von Chlorknallgas giebt es nicht; es interessirt uns diese Zahl auch nur, weil sie einen auf gründlichen Untersuchungen basirten Maßstab abgiebt für eine bisher völlig unbekannte Kraftgröße, und weil wir uns später speziell in unserm Thema mit der Frage werden zu beschäftigen haben, ob und wann etwa die gute liebe Sonne, die in jeder Minute so viel chemische Kraft in die Welt hineinschleudert, an dieser Verschwendung bankerott werden könnte, wobei es uns, ihren treuen Kindern auf Erden, sehr übel ergehen müßte.

Wenden wir uns zu den Planeten, den treuen Schicksalsgenossen unserer Mutter Erde, die je nach ihrer Entfernung von der Sonne, und je nach der Größe ihrer Oberfläche gewisse Portionen chemischer Kraft von der gemeinschaftlichen Quelle erhalten, so vermögen wir jetzt diese Portionen in chemischen Lichtgraden zu bestimmen, und erinnern hier nur wiederholentlich, daß ein solcher Lichtgrad so viel bedeutet wie zehntausend Normal-Flammen von Kohlen-Oxyd-Gas, deren wir im vorigen Kapitel erwähnt haben.

Hiernach empfängt der der Sonne nächste Planet

Merkur in jeder Minute auf jeden Punkt seiner Oberfläche eine Portion Chemie zugeschickt von 2125 Lichtgraden. — Venus muß schon mit 608 solcher Lichtgrade zufrieden sein. — Die Portion, die die Mutter Erde bekommt, werden wir bald näher in Betracht ziehen. — Mars erhält nur 137 solcher Grade. — Jupiter nicht mehr als 12 derselben; Saturn nur 3½, Uranus wird mit einem Lichtgrad abgefunden, und Neptun muß sich gar mit 4/10 eines solchen begnügen.

Um die Werthe dieser Zahlen durch ein Beispiel anschaulich zu machen, wollen wir uns in unserer Phantasie einmal auf Uranus versetzen, und da können wir Folgendes behaupten. Wenn wir als Uranus-Bewohner uns auf einem Flecken von einem Meter oder von drei Fuß im Quadrat durch künstliche Flammen die chemische Wirkung der Sonne ersetzen wollten, so brauchten wir uns nur daselbst Kohlen-Oxyd-Gas zu fabriziren, und in einer Entfernung von drei Fuß von dem Flecken, den wir mit Chemie versorgen wollen, zehntausend solcher Normal-Flammen anzustecken; wir werden damit denselben Effekt erreichen, den die Sonne dort hervorbringt.

Unsere Mutter Erde ist nun in dieser Beziehung schon besser bedient. Wir genießen schon 318 solcher Grade, und wollten wir es der Sonne durch künstliche Flammen wettmachen, so müßten wir für jeden Flecken, den wir so zu beglücken gedenken, schon viertehalb Millionen solcher Normal-Flammen in einer Entfernung von drei Fuß anstecken. Um solch' eine Portion Kohlen-Oxyd-Gas zu fabriziren, die für eine Minute

ausreicht, die Sonnen-Arbeit zu ersetzen, müßten wir nun natürlich schon einen Haufen Kohlen verbrauchen, der schwerlich auf diesem Fleckchen Erde in zehn Jahren wächst, das heißt: wir würden durch solche Kunst, praktisch die Sonne zu ersetzen, sehr schnell Bankerott machen; denn wir würden jede Minute Kunst mit den Naturprodukten eines Jahrzehnts erkaufen müssen, und das ist ein schlechtes Geschäft!

Vielleicht möchte einer unserer Leser uns hier mit der Interpellation unterbrechen: wo denn die chemische Kraft der Sonne bleibt, wenn sie, wie vorausgesetzt, erst in einem Jahrzehnt so viel Kohle fabrizirt, die der chemischen Kraft einer Minute gleich kommt? Diese Interpellation wird uns später bei unserm Hauptthema sehr stark beschäftigen, denn das eben ist es ja, was wir zu behandeln haben, die Frage nämlich, wie es um das Gesetz der Erhaltung der Kraft auch in dieser, in chemischer Beziehung der Sonnenkraft steht? Vorläufig wollen wir vorübergehend und gelegentlich nur erwähnen, daß es in der That eine gräßliche Verschwendung wäre, wenn die Sonne, die so viel chemische Kraft in jeder Minute niedersendet, nichts weiter zu Wege brächte, als das bischen Kohle, das in dieser kurzen Zeit die wachsenden Pflanzen ablagern. Die Sonne — das werden wir noch sehen — hat viel mehr zu thun; denn alles was wir Leben nennen, hängt von ihrer chemischen Thätigkeit eben so sehr ab, wie wir bereits alles, was wir Kraft nennen, als ein Produkt ihrer Wärme kennen gelernt haben. — Davon also werden wir noch späterhin

zu sprechen haben; und um deshalb müssen wir geduldig wieder zu den weiteren Resultaten der Untersuchungen über die chemische Sonnenkraft zurückkehren.

Da wir uns jedoch einmal durch die Interpellation zu einer kleinen Unterbrechung haben hinreißen lassen, so wollen wir uns mit dem Versprechen, in dem nächsten Artikel uns etwas strenger an unsere Aufgabe zu halten, noch einen gelegentlichen Ausflug erlauben.

Schon öfter hat man bei der Betrachtung der Planeten und der physischen Beschaffenheit derselben die neugierige Frage aufgeworfen, wie es wohl daselbst mit der Lebensdauer und der Lebensentwicklung aussehen möge. — Wenn das Jahr des Neptun gleich 164 Erdjahren ist, so fragt es sich, ob ein Neptuns-Mensch wohl auch erst nach 164 Erdjahren zu laufen und zu sprechen anfängt? und ob er wohl auch *seine* siebzig Jahre ablebt, die nach unseren Jahren gemessen mehr als zehntausend ausmachen? — Vermuthungsweise hat man auch hierauf geantwortet, daß wahrscheinlich die Lebensdauer auf den Planeten in Zusammenhang stehen werde mit der Lebensentwickelung, und diese Lebensentwickelung möge in der That sich verlangsamen mit der Länge der dortigen Jahre. — Diese Antwort — das eben wollen wir hier bemerken — bekommt heutigen Tages, wo wir die Quelle der Lebensentwickelung, *die den Planeten zuströmende chemische Kraft der Sonne*, mit Zahlen bezeichnen können, schon eine viel sicherere Grundlage. — In der That ist es wahrscheinlich, daß der ganze chemische Lebensprozeß in demselben Maße sich verzögert,

in welchem die chemische Portion, welche die Planeten erhalten, sich verringert; und somit wäre es sehr natürlich, daß auf Neptun die Kinder im Alter von 300 Erdenjahren nicht entwickelter sind als unsere zweijährigen Kinder!

XIII. Die chemischen Jahres- und Tageszeiten.

Indem wir nunmehr das Maaß der chemischen Kraft der Sonne auf unserer Erde näher betrachten wollen, müssen wir vor Allem sagen, daß die Zahl der chemischen Grade, welche wir im vorigen Artikel auf 318 angegeben haben, nur eine Gesammtzahl ist, die sich wesentlich vermindert, sobald wir bestimmte Orte, bestimmte Tageszeiten und bestimmte Zustände auf der Erde in Betracht ziehen.

Es haben nämlich die Versuche ergeben, daß es mit der chemischen Kraft ebenso geht wie mit der Wärme und dem Licht. Wie Wärme und Licht am stärksten auf eine Fläche wirken, wenn die Strahlen senkrecht auffallen, so wirken auch die chemischen Strahlen dort am stärksten, wo sie senkrecht auf die Erde kommen. Denken wir uns daher einmal einen ganz wolkenlosen Himmel, und sehen wir vorerst auch von der Luftschicht der Erde ab, so findet unter dem Aequator, wo die Sonne am Mittag hoch oben im Zenith steht, die chemische Wirkung am stärksten statt, ganz so wie da-

selbst Wärme und Licht ihren höchsten Grad erreichen. Nennen wir diesen Punkt, wo die Sonnenstrahlen senkrecht die Oberfläche der Erde treffen, den Brennpunkt der Wirkung, so ergiebt es sich von selbst, daß dieser Punkt sich mit dem Stand der Sonne verändert. Dieser Punkt wandert mit der Umdrehung der Erde in vierundzwanzig Stunden um den Erdumfang herum; und hieraus folgt, daß für jeden Ort auf dem Aequator der Erde der Augenblick des Sonnenaufgangs auch der erste Moment der erwähnten chemischen Wirkung der Sonne ist; steigt die Sonne am Himmel, so steigt auch die Wirkung, und so geht es fort bis zur Mittagszeit; von hier ab vermindert sich die Wirkung mit dem Niedersinken der Sonne am Himmel und schwindet endlich am Abend beim Sonnenuntergang.

Es hängt somit die chemische Wirkung in jeder Stunde von der Sonnenhöhe am Himmel ab, so daß man sagen kann, es würde eine Vorrichtung, die genau in jeder Sekunde die Portion herabkommender chemischer Kraft anzeigt, ganz gut als eine Uhr zu gebrauchen sein. — Hierbei haben wir nur noch an den Umstand zu erinnern, daß dies mit den Wärme- und Lichtstrahlen zwar auch so ist; allein in Bezug auf die Erwärmung einer bestimmten Stelle der Erde ist es bekanntlich anders. Um die Mittagsstunde ist es nicht am heißesten, sondern die höchste Hitze des Tages tritt erst an zwei Stunden später ein, weil eine Erwärmungszeit erforderlich ist, um allen Gegenständen den höchsten Grad der Erwärmung beizubringen. — Vom Lichte nimmt

man freilich bis jetzt an, daß es genau mit der Höhe der Sonne steigt und fällt; allein so ganz ausgemacht ist die Sache keineswegs. Es deuten vielmehr die Erscheinungen der Phosphoreszenz oder des Fortleuchtens gewisser Stoffe im Finstern, wenn sie eine Zeitlang dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen sind, auf die Möglichkeit hin, daß ein lange Zeit erleuchteter Gegenstand auch leuchtender ist als ein kürzere Zeit erleuchteter, und in diesem Falle würde auch der hellste Moment des Tages ebenfalls erst, wenn auch nur wenig, nach dem Moment des Mittags eintreten. — Falls der Licht-Messer, von dem wir noch sprechen werden, einmal die Feinheit erreichen wird, die ein solches Instrument wünschen läßt, könnte es möglicherweise diesen Unterschied merklich machen.

Erwägen wir nun, daß viele chemische Wirkungen oft sehr langsam vor sich gehen, so müssen wir jetzt schon die Möglichkeit aussprechen, daß auch die chemische Wirkung der Sonne keineswegs ihren höchsten Grad genau im Moment des Mittags erreichen mag. Ja, es ist nicht unwahrscheinlich, daß für verschiedene chemische Prozesse dieser höchste Augenblick der Wirksamkeit der Sonne in verschiedenem Abstand von dem Moment des Mittags liege. Die bisher angestellten Messungen haben jedoch ergeben, daß in der That die größte chemische Kraft der Sonne sich genau in der Mittagsstunde zeigt, und wir können den Stand der Sonne am Himmel auch als den chemischen Maßstab ihrer Wirksamkeit annehmen.

In derselben Weise aber, wie dies von den Aequator-

Gegenden der Erde gilt, gilt es auch von der ganzen Erdkugel zu beiden Seiten des Aequators bis zu den Polen hin. — Wenn wir auch hier vorläufig von der Existenz der Luft absehen und uns ein Jahr lang reinen heitern Himmel denken, so wird auf der nördlichen und auf der südlichen Halbkugel nicht nur an jedem Tage ein Auf- und Absteigen der chemischen Kraft mit dem Auf- und Niedergang der Sonne stattfinden, sondern es wird auch die Summe der chemischen Kraft der Sonne mit den Jahreszeiten, also nach den Tageslängen wechseln. Wir werden also in den verschiedenen Breitegraden eben so einen chemischen Sommer, einen chemischen Winter, einen chemischen Frühling und chemischen Herbst haben, wie wir ihn der Tageslänge nach besitzen. — Erwägen wir hier wiederum, daß die Wärme der Jahreszeiten keineswegs bei uns zusammenfällt mit dem Zu- und Abnehmen der Tageslängen, daß vielmehr bei uns die heißen Tage erst mehrere Wochen nach dem längsten Tage eintreten und eben so die kältesten nach dem kürzesten, so müssen wir vermuthen, daß die chemischen Jahreszeiten in ihrer Wirkung möglicherweise auch erst hinter den astronomischen Jahreszeiten liegen. — Indessen ist zu dieser Untersuchung die neue gar so junge Wissenschaft bisher noch nicht gelangt, und somit müssen wir uns noch bis auf Weiteres bescheiden, wo die Schatzgräber unseres Wissens uns weitere Geheimnisse enthüllen. — Wir wollen nur beiläufig bemerken, daß die Entwickelung der großen Pflanzenwelt ganz unzweifelhaft als das Produkt der

chemischen Sonnenkraft angesehen werden darf, und somit ist es sehr wohl möglich, daß einmal die fortgeschrittene Beobachtung der Pflanzen-Entwicklung uns die chemischen Jahreszeiten genauer kennen lehrt, und die fortgeschrittene Pflanzen-Chemie im Verein mit dieser neuen Wissenschaft uns einmal zeigt, warum die Erdbeeren so frühe reifen, die Kirschen erst später kommen und der Wein eine so gewaltige chemische Portion Sonnenkraft gebraucht, warum die Kastanie, die Linde und die Eiche sich in verschiedenen Zeiten belauben, und wie man die richtige Messung der dazu verwendeten chemischen Sonnenkraft auch berechnen könne, wie viel chemische Kraft wir genießen, wenn wir zum Kaffee etwas Milch und Zucker, etwas Semmel und Butter zu uns nehmen. —

Sehen wir indessen von all den Fernblicken der Entwicklung dieser neu angebahnten Wissenschaft für jetzt ab, und richten wir unser Augenmerk nur auf die schon vorliegenden Resultate, welche die Summe der chemischen Kraft betreffen, ohne ihre Wirksamkeit auf das Leben der Erde zu ermessen, so dürfen wir als festgestellt betrachten, daß die chemische Kraft der Sonne an sich nicht bloß mit den Tagesstunden, sondern auch mit den Jahreszeiten in genauem Verhältniß steht zu der Höhe der Sonne am Himmel. Hiernach macht es bei klarem Himmel keinen Unterschied, ob es Sommer oder Winter ist; es ist vielmehr an einem und denselben Orte für eine Minute die Mittagssonne im Winter ganz eben so kräftig in ihrer chemischen Gewalt, wie die Morgensonne

im Sommer, wenn sie eben so hoch am Himmel steht, und darum kann man die Vergleichung verschiedener Orte am besten dadurch bewerkstelligen und ihren verschiedenen chemischen Grad am besten bestimmen, wenn man dazu den Frühlings- oder Herbsttag auswählt und eine Minute der Mittagsstunde benutzt, wo der Stand der Sonne durch den Breitengrad bestimmt ist.

Zu diesen leicht übersichtlichen Erscheinungen kommt nun aber in der Wirklichkeit eine Reihe von Umständen welche den chemischen Lichtgrad sehr verändern können. Hierbei spielt schon das blaue klare Himmelsgewölbe ohne Rücksicht auf die direkten Sonnenstrahlen eine Rolle; mehr aber noch sind die Luft, die Nebel und die Wolken entscheidend, und insbesondere spielen auch Gebirg und Thal hierbei eine wichtige Rolle, wie wir dies im nächsten Abschnitt vorführen werden.

XIV. Vom chemischen Wetter.

Wie wir bereits in den vorangegangenen Abschnitten angedeutet, haben die Untersuchungen und Forschungen von Bunsen und Roscoe eine Grundlage zu einer ganz neuen Wissenschaft, zu einer chemischen Geographie aufgebaut; um nun die Hauptzüge derselben kennen zu lernen, müssen wir zwei dabei betheiligte Erscheinungen getrennt betrachten, um sie sodann in ihrem Zusammenwirken zu erkennen. Die eine Erscheinung ist die chemi-

sche Wirkung des zerstreuten Tageslichtes, und die andere die verschiedene Wirkung des direkten Sonnenlichts an verschiedenen Orten der Erde; beide Wirkungen zusammengesetzt, geben erst das chemische Klima ab, in dessen festen Zustand sodann die Veränderlichkeiten des chemischen Wetters eingreifen.

Wenn man von den chemischen Strahlen des direkten hellen Sonnenlichts absieht, und nur das blaue wolkenfreie Himmelsgewölbe allein für sich untersucht, so ergiebt es sich, daß dieses ebenso in chemischer Beziehung wirkt, wie es in Bezug auf die Erleuchtung der Fall ist. Ganz so wie der Himmel am Tage heller ist als in der Nacht, weil das Licht der Sonne jedes Lufttheilchen erleuchtet, und von jedem Lufttheilchen wiederum das Licht reflektirt wird, ganz so ist es mit den chemischen Strahlen der Fall. Wie wir nun das Tageslicht an Stellen, die nicht direkt von der Sonne beschienen werden, das zerstreute Licht nennen, so können wir diese Benennung auch auf die chemischen Strahlen anwenden und die Wirkung des ganzen Himmelsgewölbes, mit Ausschluß der direkten Sonnenstrahlen, als die zerstreute chemische Kraft des Tages bezeichnen.

Da auch diese Wirkung abhängig ist vom hohen oder niedrigen Stand der Sonne, so kann man die Gesammtkraft des völlig heiteren Himmelsgewölbes in jedem Orte leicht angeben, und wählt man dazu die Zeit der Tag- und Nachtgleiche, wo der Tag auf allen Orten der Erde zwölf Stunden beträgt, so hat man durch Vergleichung einen recht übersichtlichen Maßstab

von der Verschiedenheit dieser Wirkung an verschiedenen Orten der Erde. — So z. B. erhält Petersburg an einem hellen Frühlings- oder Herbsttage, abgesehen von dem direkten Sonnenlicht, von dem blauen, wolkenlosen Himmelsgewölbe eine chemische Gesammtkraft in den ganzen zwölf Stunden des Tages von 16,410 chemischen Lichtgraden. Manchester erhält 18,220 solcher Grade, Heidelberg 19,100, Neapel 20,550 und Cairo 21,670 derselben. Man erkennt hierin, wie nicht blos das direkte Sonnenlicht auf die Erdoberfläche an verschiedenen Orten chemisch wirkt, sondern wie auch das ganze heitere Himmelsgewölbe zu dieser Verschiedenheit beiträgt, und somit auch auf die gesammte Lebensfähigkeit der Pflanzen- und Thierwelt von wesentlichem Einfluß sein müsse.

Grade aber diese zerstreuende Wirkung der Luft bringt es mit sich, daß stets von der chemischen Kraft des direkten Sonnenlichtes ein Theil vernichtet wird, und dieser Verlust an Kraft ist ein um so größerer, je dicker die Schicht der Luft ist, durch welche die chemischen Strahlen hindurch gehen. Die Beobachtungen und Berechnungen von Bunsen und Roscoe haben ergeben, daß eine Luftschicht von drei Meilen Dicke und von solcher Dichtigkeit, wie sie an dem Meeresspiegel statt hat, im Stande ist, $^9/_{10}$ der chemischen Kraft des direkten Sonnenlichtes zu vernichten. Da nun die Atmosphäre der Erde nicht durchgängig diese Dichtigkeit besitzt, sondern mit der Höhe immer mehr und mehr an Dichtigkeit abnimmt, so bringt die zerstreuende Wirkung des Luftmeeres keineswegs eine solche Schwächung der direkten

chemischen Kraft der Sonne hervor; es geht vielmehr im Ganzen etwa nur ein Drittel der direkten Kraft hierbei verloren. — Indem jedoch die Dicke der Luftschicht hierauf von so wesentlichem Einfluß ist, läßt sich leicht einsehen, daß Länder, welche tief liegen, eine bedeutende Partie Kraft weniger von der Sonne erhalten, während höher gelegene mehr davon bekommen. — Länder, wo Berge und Thäler abwechseln, sind deshalb auch verschieden mit chemischer Kraft versorgt, und auch an einem und demselben Tage und an einem und demselben Orte, wo die Luftschicht durch atmosphärische Veränderungen schwerer und leichter wird, wie man das am Barometer ablesen kann, wechselt die Kraft der chemischen Sonnenstrahlen, und somit auch des chemischen Tageslichtes, so daß man vielleicht in der Folge im Stande sein wird, für die Veränderung des Gesundheitsgefühls vieler Menschen bei solchen Barometer-Schwankungen eine bessere Erklärung in den Veränderungen der chemischen Witterung, als in der Veränderung des Luftdruckes wissenschaftlich nachzuweisen.

Da aber viel von der chemischen Kraft des direkten Sonnenlichts an der Zerstreuung desselben im Luftmeer verloren geht, so läßt sich mit Leichtigkeit einsehen, daß wenn die Sonne tief am Himmel steht, ihre direkten Strahlen nur schwach wirken, und in diesem Falle die zerstreuten Strahlen des gesammten Himmelsgewölbes sie an Wirksamkeit übertreffen. Beim Steigen der Sonne wird dann ein Moment eintreten, wo die Wirkung des direkten Sonnenlichts der des Himmelsgewölbes gleich-

kommt; bei weiterem Vorrücken des Tages wird die Sonne an Wirksamkeit stärker als das Himmelsgewölbe, während in den Nachmittagsstunden die Reihenfolge dieser Erscheinungen sich in umgekehrter Richtung wiederholt.

Während an Orten, die dem Aequator der Erde nahe liegen, diese Erscheinungen und Abwechselungen an einem jeden Tage stattfinden, wird es an den Orten der höhern Breitengrade solche geben, wo zu gewissen Jahreszeiten die Sonne stets so tief am Himmel steht, daß unter allen Umständen das ganze Himmelsgewölbe stärker chemisch wirkt als die direkte Sonne. — Dies ist z. B. in Petersburg zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche wirklich der Fall. Während Mittags 12 Uhr der direkte Sonnenstrahl in der Minute etwa 30 chemische Lichtgrade giebt, giebt das gesammte Himmelsgewölbe 31 derselben ab. In Manchester überwiegt dagegen in derselben Zeit das direkte Sonnenlicht die Wirkung des Himmelsgewölbes schon ganz bedeutend. Das Himmelsgewölbe giebt in einer Minute des Mittags 34 chemische Grade, während der direkte Sonnenstrahl 47 Grade giebt. In Heidelberg ist die Wirkung des Himmelsgewölbes 35, die des direkten Sonnenscheins 57; in Neapel ergiebt das Himmelsgewölbe 37, das direkte Sonnenlicht 80; in Cairo endlich wirkt das Himmelsgewölbe mit 38 chemischen Lichtgraden, während der direkte Sonnenstrahl eine Wirksamkeit von 105 solcher Grade hat.

Faßt man nun die Wirkungen beider chemischer Quellen, die des direkten Sonnenlichts und die des Himmelsgewölbes zusammen, so hat man so eigentlich

das chemische Klima und zwar ein Klima, das in dem normalen Zustand sich aus der Lage jedes Ortes berechnen läßt.

Nun aber treten Umstände ein, welche dieses normale chemische Klima ebenso wetterwendisch machen, wie die Witterung. Eine einzige dicke Wolke am Himmel verändert die ganze Wirkung des Himmels. Stellt sie sich gar vor die Sonne, so drückt sie den chemischen Effekt des Tages sehr nieder. Ist es nicht eine Wolke, sondern sind es leichte, feine, weiße Nebel, die hoch in der Luft schweben und das Himmelsgewölbe mit einem hellen Schleier umziehen, so dämpfen sie zwar die Wirkung des direkten Sonnenstrahls, aber sie erhöhen die des Himmelsgewölbes außerordentlich. — Die Photographen lieben dieses Wetter, und machen bei demselben die schnellsten und auch sanftbeschattetsten Bilder; ihnen ist das direkte Sonnenlicht weniger genehm als das von allen Punkten chemisch wirkende Himmelsgewölbe. — Bei recht dickem Regen sinkt der ganze chemische Effekt, sowohl der der Sonne, wie des Himmelsgewölbes; wie der Barometerstand einwirkt, das haben wir bereits oben erwähnt. — Mit Einem Worte, wir werden hoffentlich in nicht gar langer Zeit zu der „chemischen Geographie“ noch eine zweite neue Wissenschaft bekommen, die da heißt: „chemische Meteorologie,“ die natürlich ein Zweig der bisherigen Witterungskunde sein, aber wahrscheinlich viel der Aufschlüsse über Entwicklung, Leben und Gedeihen der Pflanzen- und Thierwelt geben wird, die bisher vergeblich gesucht worden sind.

Wie aber steht es denn mit der chemischen Wirkung der Sonne in Bezug auf die verschiedenen Farben des Sonnenlichtes? Diese Frage wurde von den genannten Forschern auch gelöst, und um deshalb wollen wir uns nunmehr zu dieser uns besonders wichtigen Seite des Themas wenden.

XV. Die unsichtbaren Lichtstrahlen.

Wir haben es bereits erwähnt, wie man bei Untersuchung des Spektrums gefunden hat, daß das sichtbare Licht doch eigentlich etwas anderes sein müsse, als das chemisch wirkende Licht; denn wenn man durch ein Prisma einen Strahl des Sonnenlichtes in seine verschiedenen Farben zerlegt und deren chemische Wirkung prüft, so zeigt es sich, daß roth, orange, gelb und grün, die dem Auge stets hellleuchtend erscheinen, in ihrer chemischen Wirkung sehr schwach sind, daß dagegen die für das Auge schonenderen blauen Farben, und namentlich das milde Violet, von starker chemischer Wirkung sind. — Indem wir hier nun die neuern Untersuchungen dieser Erscheinungen etwas näher vorzuführen gedenken, wollen wir nur beiläufig erwähnen, daß auch die Photographen schon öfter zu ihrem Erstaunen diese Wahrnehmungen gemacht haben. Ein blaues Band mit gelben Blümchen erscheint unserem Auge als dunkler Grund mit hellem Muster; photographirt man aber eine Dame mit solchem Bande,

so erscheint es umgekehrt; der Grund des Bandes erscheint hell, fast weiß, und die Blümchen geben sich schwarz wieder. Es rührt dies daher, daß die chemische Wirkung eine andere ist als die optische, und dies erweist sich nicht nur bei den Farben des Spektrums, sondern auch bei dem widerstrahlenden Licht künstlicher wie natürlicher Farben.

Man hat aber auch bereits seit längerer Zeit die Entdeckung gemacht, daß es unsichtbares Licht giebt, welches man unter Umständen sichtbar machen kann. Wenn man in einem dunkeln Zimmer ein Spektrum erzeugt und es auf eine photographische Platte wirken läßt, so ergiebt sich nicht blos, daß die stärker gebrochenen Strahlen stärkere chemische Wirkung äußern, sondern es zeigt sich noch weit über das Violet hinaus eine Wirkung, wo man mit dem Auge gar kein Licht mehr wahrnimmt. Bei diesem Versuch, dessen wir bereits erwähnt haben, machen sich die chemischen Strahlen des Sonnenlichtes zwar bemerkbar, aber doch immer noch nicht sichtbar. Was wir auf der photographischen Platte dann zu unserer Verwunderung sehen, ist nur die Wirkung, aber nicht die Lichterscheinung selber. — Es hat indessen ein verdienstvoller englischer Naturforscher Namens Stokes, durch ganz ausgezeichnete Versuche das nicht Sichtbare sichtbar gemacht.

Stokes hat nämlich gezeigt, daß es gewisse durchsichtige Substanzen giebt, welche, sobald ein Sonnenstrahl einzeln auf sie geleitet wird, in einen eigenthümlichen leuchtenden Zustand versetzt werden und ein besonderes

Farbenspiel zeigen. Diese Eigenschaften, die bei verschiedenen chemischen Flüssigkeiten vorkommen, wurden von Stokes weiter verfolgt und bis auf bestimmte Gesetze zurückgeführt, von welchen wir jedoch nur die hauptsächlichsten erwähnen können.

Wenn man die grünen Schalen der gewöhnlichen Kastanie mit Wasser übergießt und es kurze Zeit darauf stehen läßt, so nimmt die Flüssigkeit eine bräunliche Färbung an; läßt man einen Sonnenstrahl auf diese Flüssigkeit fallen, so verbreitet sich in derselben ein eigenthümlich bläulicher Schimmer, der wie von einem fremden Lichte herzurühren scheint. — Wenn man schwefelsaures Chinin in etwas angesäuertem Wasser auflöst, so zeigt sich die Lösung sehr klar; sobald man jedoch einen direkten Sonnenstrahl darauf fallen läßt, zeigt sich das räthselhafte bläuliche Licht nur um so auffallender. — Noch merkwürdiger ist in dieser Beziehung eine Auflösung der grünen Farbe der Blätter in Alkohol. Die grüne Flüssigkeit zeigt bei einem auffallenden Strahl des Sonnenlichtes eine blutrothe Oberfläche. — Man kann aber auch festen Körpern, z. B. Glas, durch einen Zusatz von Uran die Eigenschaften verleihen, jenes eigenthümliche Licht bei einem auffallenden Sonnenstrahl zu zeigen. —

All diese sonderbaren Erscheinungen veranlaßten Stokes zu weitern Untersuchungen, und da fand er denn, daß die erwähnten Substanzen die Eigenschaft besitzen, solches Licht, das unsern Augen unsichtbar ist, sichtbar werden zu lassen, oder richtiger ausgedrückt: die Sub-

stanzen haben die Eigenschaft, solche Lichtstrahlen, welche zu schnell schwingen, um auf unsere Augen einen merkbaren Eindruck zu machen, in der Schwingung zu verlangsamen, sobald sie durch diese Substanzen fortgepflanzt werden, weshalb denn das Unsichtbare dadurch für uns sichtbar wird.

Diese etwas sonderbar klingenden Behauptungen sind durch Versuche aufs Glänzendste erwiesen worden. — Wir wollen aus der großen Reihe derselben denjenigen Versuch vorführen, der keine besonderen Schwierigkeiten darbietet und mit einiger Sorgfalt stets gelingt.

Man tränkt einen Papierstreifen mit einer stark konzentrirten Lösung von schwefelsaurem Chinin und klebt den Streifen auf ein anderes Blatt Papier auf. Wenn man nun dieses Blatt so in ein Sonnenspektrum bringt, daß jede Farbe halb auf das gewöhnliche, halb auf das getränkte Papier kommt, so gewahrt man, wie auf dem gewöhnlichen Papier das Spektrum mit dem Violet zu Ende und darüber hinaus nichts sichtbar ist; dahingegen ist auf dem getränkten Papier noch ein langer, blaßblauer Lichtstreifen sichtbar, und zwar bemerkt man auch in diesem, sobald das Spektrum die nöthige Schärfe hat, die Fraunhofer'schen Linien in großer Anzahl. Wiederholte Versuche haben es zweifellos gemacht, daß hierdurch wirklich unsichtbares Licht sichtbar gemacht werde.

In viel einfacherer Weise hat später Helmholtz in Heidelberg die gewöhnlich unsichtbaren Strahlen des Spektrums sichtbar gemacht, indem er den ganzen sichtbaren Theil abblendete. Man sieht dann über dem

Violet eine „lavendelartige" Färbung, die dem unsichtbaren Theil des Spektrums angehört und im ganzen Spektrum nur deshalb nicht wahrgenommen wird, weil sein Licht zu schwach ist, um neben den glänzenden Spektralfarben bemerkbar zu sein.

Nennen wir nun diesen Theil des Spektrums den unsichtbaren zum Gegensatz des andern, vom Roth bis Violet, den wir den sichtbaren Theil nennen, so können wir das Verdienst von Bunsen und Roscoe in Untersuchung des Spektrums dahin bezeichnen, daß sie sowohl den sichtbaren wie den unsichtbaren Theil desselben genau in seiner chemischen Wirkung gemessen, so daß man jetzt mit großer Sicherheit sagen kann, um wie viel die chemische Wirkung des unsichtbaren Lichtes größer ist, als die des Lichtes, das wir sehen können. —

Die Resultate dieser Untersuchung stellen sich nun in folgender Weise heraus.

Vom Anfang des Spektrums, vom Roth bis über die Mitte des Orange, zeigt sich keine Spur von chemischer Wirkung. Von hier ab zeigt sich die Wirkung ganz plötzlich an einer ganz bestimmten Stelle, die noch vor dem Gelb und vor der von uns oft erwähnten Fraunhoferschen D-Linie liegt. Von hier und bis über das Grün und in das Blau hinein findet sich die Wirkung nur in äußerst geringem Grade steigend. Da aber, bei dem Uebergang in's Dunkelblau, erreicht plötzlich die Wirkung sehr schroff ansteigend eine Höhe, welche ein Stückchen weiter in der Mitte des Violet den höchsten Grad erreicht und ungefähr zwanzigmal stärker ist, als

beim Beginn an der Stelle im Orange. Dies ist der Gipfelpunkt der Wirkung. Von hier ab sinkt sie wieder sehr schroff abwärts, so daß es den Anschein hat, als sollte sie mit dem Ende des sichtbaren Spektrums ganz aufhören. Allein das ist keineswegs so; die Untersuchung hat vielmehr ergeben, daß nunmehr im unsichtbaren Theil des Spektrums nochmals eine recht steile Steigerung der Wirkung stattfindet, und obgleich die frühere Höhe nicht wieder erreicht wird, kommt sie derselben recht nahe. Von hier ab, diesem zweiten etwas kleineren Gipfel der Wirkung, geht es dann immer weiter im unsichtbaren Spektrum abwärts mit der Wirkung; allein dies Abwärtssinken ist viel sanfter als auf der andern Seite das Steigen, so daß, wenn man von dem ersten Gipfelpunkt der Wirkung im Violet ein eben so großes Stück nach der unsichtbaren Seite hin abmißt, wie von der sichtbaren Seite vom Gipfelpunkt bis zum Punkt im Orange, wo die Wirkung beginnt, man an dieser Stelle der unsichtbaren Seite die Wirkung noch ungefähr achtmal stärker findet als an der Anfangsstelle. — Geht man nun noch weiter in das unsichtbare Spektrum hinein bis zu einer solchen Strecke, die dem ganzen sichtbaren Spektrum gleichkommt, so hat sich die Wirkung immer noch nicht verloren. Sie ist vielmehr an dieser Stelle noch stärker als an der Anfangsstelle im Orange. Nun aber verläuft sich die Wirkung langsam noch eine ganze Strecke, wo sie immer geringer wird, bis sie wieder an einem bestimmten Punkt, nicht nach und nach, sondern urplötzlich ganz aufhört.

Da man nach der von Stokes gezeigten Methode noch weiter über diesen Punkt hinaus auf dem Chinin-Papier den bläulichen Lichtschimmer sieht, wo die chemischen Wirkungen aufhören, so tritt uns nun erst recht in diesen Strahlen ein neues naturwissenschaftliches Räthsel entgegen; wir indessen können uns dabei nicht aufhalten, da wir kaum die bisherigen Räthsel aufzuzählen, geschweige denn zu lösen wissen. Wir müssen vielmehr im Verfolg unseres Themas eine andere Reihe von Entdeckungen und Untersuchungen berühren, die noch in ganz anderer Weise darthut, welch ungeahnte Kunststücke die Sonne auf Erden verrichtet.

XVI. Sauerstoff und Ozon.

Die Thatsachen, von welchen wir jetzt sprechen wollen, sind schon etwas ältern Datums; allein ihr Zusammenhang mit der Wirksamkeit der Sonne ist erst in neuester Zeit nachgewiesen worden, und somit sind sie geeignet, unsere Aufmerksamkeit besonders anzuregen.

Man hatte schon vor längerer Zeit die Bemerkung gemacht, daß in Zimmern, wo Elektrisirmaschinen thätig sind, sich ein gewisser Geruch verbreite, den man als „phosphor-artig" bezeichnete. Als Erklärung dieser Erscheinung wußte man keinen andern Grund anzugeben, als daß der elektrische Funke einen Reiz auf unsere

Geruchsnerven ausübe und dadurch eine subjektive Geruchs-Empfindung hervorbringe, ohne daß eine wirkliche Substanz da sei, welche den Geruch verbreite. Professor Schönbein in Basel, ein Chemiker von außerordentlich großen Verdiensten, machte indessen die Entdeckung, daß dem keineswegs so sei, daß vielmehr irgend etwas Besonderes vorgehen müsse, das sich durch den Geruch verräth, und es gelang ihm, dies unwiderleglich dadurch zu beweisen, daß er zeigte, man könne denselben Geruch auch erzeugen, wenn man eine Stange Phosphor in eine Flasche aufrecht hinstellt, die Flasche halb mit Wasser füllt und sie sodann schüttelt; hierdurch nehme die Luft in der Flasche neben dem wirklichen Phosphorgeruch noch den besonderen wohl zu unterscheidenden Geruch an, den man beim Ueberschlagen elektrischer Funken bemerkt hatte.

Schönbein wies aber noch mehr nach, daß nämlich in solcher Luft gewisse chemische Substanzen sich zersetzen, die in gewöhnlicher Luft unzersetzt bleiben, daß also irgend ein chemischer Vorgang zu Wege komme, der durchaus eine Folge von veränderten chemischen Zuständen sein müsse.

Schönbein nannte zunächst die Ursache des Geruchs „Ozon," nach dem griechischen Wort für riechen, und eröffnete eine Reihe von Untersuchungen hierüber, die durch mehrere Jahre auf kein sicheres Ergebniß zu führen schienen. — Bald jedoch wurden seine Bemühungen durch glänzende Erfolge gekrönt, und noch jetzt ist das Feld seiner Forschungen ein so ergiebiges, daß man

noch immer neuen Aufschlüssen reichen Inhaltes entgegen sehen darf.

Wir wollen uns nicht mit den Vermuthungen und Behauptungen aufhalten, welche eine Zeitlang ohne sichere Grundlage die Forschung irre geführt haben; wir dürfen über die Geschichte des Ozon, die wie jede Geschichte wissenschaftlicher Resultate ihre Schwankungen und Abirrungen zeigt, hinweggehen. Wir können uns an das jetzt festgestellte Resultat halten, das wissenschaftlich nicht mehr angezweifelt wird.

Hiernach verhält sich die Sache folgendermaßen:

Ozon ist nicht ein besonderer Stoff, der chemisch auf andere Stoffe einwirkt, sondern es ist ein bloßer Zustand, und zwar ein Zustand des Sauerstoffs der Luft, in welchem dieser eine besonders heftige chemische Neigung erhält, sich mit andern Stoffen zu verbinden.

Um sich ein richtiges Bild hiervon zu machen, muß man sich erinnern daß es viele Stoffe giebt, die erst durch künstlich erregte Zustände eine gewisse Lust zur chemischen Verbindung zeigen. So z. B. ist Kohle ein Stoff, der vom Sauerstoff der Luft unangegriffen bleibt, der sich jedoch bei einer bestimmten Hitze mit dem Sauerstoff verbindet und im Verbrennen Kohlensäure bildet. Fein zu Pulver zerriebene Kohle nimmt aber oft unter Umständen, die man bis jetzt noch nicht vollkommen sicher hat ermitteln können, eine so starke Neigung zum Sauerstoff an, daß sie sich zuweilen von selber entzündet. — Man sieht also, daß Kohle unter verschiedenen Zuständen verschiedenartige Grade der chemi-

schen Neigung zeigt. — Es ist ein Aehnliches auch von vielen andern Stoffen bekannt. — Schönbein wies nun nach, daß dies beim Sauerstoff auch der Fall ist. — Sauerstoff im gewöhnlichen Zustand hat die allen Chemikern bekannte Neigung, sich mit gewissen Stoffen zu verbinden; Ozon aber ist Sauerstoff im außergewöhnlichen, so zu sagen im chemisch erregten Zustand, und in solchem geschehen seine Verbindungen heftiger und die chemische Neigung ist so groß in demselben, daß Ozon gewisse chemische Verbindungen auflöst, welche vom Sauerstoff im gutmüthigen Zustand unangegriffen bleiben.

Was aber versetzt den Sauerstoff in solche Reizbarkeit? —

Die Antwort auf diese Frage ist im Ganzen und Großen noch nicht gefunden; und sie kann nicht gefunden werden, so lange man überhaupt die chemischen Reize, die Ursachen der Neigungen an den Stoffen nicht kennt. Man muß sich bis auf bessere Zeiten mit den zweifellosen Wahrnehmungen begnügen, daß alle Eigenschaften der Stoffe sich mit den Zuständen verändern, in welchen sie sich befinden; die spezifische Schwere, die Dichtigkeit, die Dehnbarkeit, die Struktur, der feste oder flüssige oder luftförmige Bestand verändert sich bei allen Stoffen, sobald die Zustände, in welchen sie existiren, sich ändern; und die Wissenschaft, die weder sich noch Andere täuschen will, gesteht ganz offen, daß sie die Ursachen, die Gesetze dieser Veränderungen der Eigenschaften noch nicht kennt. Wir müssen uns also vor-

läufig auch mit der Thatsache begnügen, daß gewisse Operationen wie elektrische Reize oder wie das bereits angegebene Experiment mit der Phosphorstange im Stande sind, den gutmüthigen Sauerstoff der Luft in wilde Leidenschaft zu versetzen und ihm eine chemische Heirathsluft beizubringen, die ihn wie einen ganz andern Stoff erscheinen läßt.

Inzwischen ist Schönbein doch der Sache noch weiter auf die Spur gekommen. Wir werden im nächsten Abschnitt zeigen, wie der Sauerstoff nicht bloß in dieser einen Manier, sondern auch in einer ganz entgegengesetzten Weise in einen ganz entgegengesetzten Zustand versetzt werden kann, wo er wissenschaftlich den Namen Antozon erhalten hat. — Hier wollen wir uns nur mit der Bemerkung begnügen, daß unser hochbegabter Mitbürger Siemens eine Methode gefunden hat, den Sauerstoff massenhaft in den Ozon-Zustand zu versetzen, so daß es gar nicht schwer sein würde, eine Ozon-Fabrik anzulegen, wenn man erst ermittelt haben wird, wozu man dergleichen technisch verwenden kann.

Die Siemens'sche Methode besteht darin, daß man die Pole eines elektrischen Induktions-Apparates an einer offenen Glasröhre so anbringt, daß die Funken draußen unausgesetzt um die Röhre herum schlagen. Dadurch wird die Luft in der Röhre höchst reizbar und wild, und strömt als Ozon auf der einen Seite aus, während auf der andern neue Luft einströmt, um ein gleiches Schicksal zu erdulden.

XVII. Wie die Sonne die einzelnen Stoffe verbindungslustig macht.

Die räthselhaften Erscheinungen am Ozon waren noch kaum zu einer Lösung gelangt, als Schönbein durch eine Entdeckung das ganze Gebiet der Erforschungen dieses Räthsels um eine ganz neue wichtige Thatsache bereicherte. — Er führte nämlich den Nachweis, daß Sauerstoff nicht bloß in zwei Formen existirt, im Zustand der gewöhnlichen chemischen Erregung und im Zustand einer sehr gesteigerten Erregung, sondern daß es drei Zustände des Sauerstoffs gebe, und zwar sei dieser dritte Zustand ebenfalls ein Zustand höherer Erregung; aber einer solchen, die das volle Gegentheil der bisher beobachteten ist. — Er nannte diesen Zustand Antozon und gab den schlagendsten Beweis dafür, daß dieser das Gegentheil von Ozon sei, dadurch, daß er zeigte, wie zwei Sauerstoff-Mengen, die eine zu Ozon, die andere zu Antozon angeregt, sich ausgleichen, sobald man sie zu einander bringt und in dieser Ausgleichung wieder ganz gewöhnlichen Sauerstoff bilden. —

Es hat dieser Umstand sehr große Aehnlichkeit mit den Erscheinungen von positiver und negativer Elektrizität, welche jede für sich gewisse Wirkungen erzeugen und die vereinigt, sich ausgleichen und wirkungslos werden, so daß Schönbein den verschiedenen Zustand des Sauerstoffs mit den Merkmalen der verschiedenen Elektrizität belegte. — Nach der schon früher aufgestellten Theorie, daß alle chemischen Verbindungen nur eine

Folge der Anziehung zwischen der positiven Elektrizität des einen Stoffes und der negativen des andern Stoffes seien, und nach der weiteren Wahrnehmung der Wissenschaft neuerer Zeit, daß Elektrizität kein Fluidum, sondern nur ein Schwingungs-Zustand der Atome ist, kann man sich in der That sehr leicht denken, daß Sauerstoff in gewöhnlichen Verhältnissen eine Atom-Schwingung annimmt, die chemisch weder negative noch positive elektrische Erscheinungen erzeugt, daß jedoch unter bestimmten Umständen sowohl die eine, wie unter andern Umständen die andere Art der Schwingung der Atome in ihm entsteht und er daher nicht nur in solchen Zuständen fähig ist, entgegengesetzte chemische Wirkungen zu erzeugen, sondern auch sich selber in seinen Wirkungen auszugleichen und aus dem Antozon- und dem Ozon-Zustand zu gewöhnlichem Sauerstoff zu werden. —

Die Reihe all der Thatsachen und ihrer Folgerungen ist im Ganzen noch viel zu neu, um in wenig Grundzügen zusammengefaßt und allgemein verständlich hier wiedergegeben werden zu können. — Wir führen nur all das wegen des Einen uns sehr wichtigen und tief in unser Thema eingreifenden Umstandes vor, daß die neuesten Entdeckungen Schönbeins es zweifellos gemacht haben, daß das Sonnenlicht eine gewaltige Quelle sowohl des Ozons wie des Antozons in der Natur ist. —

Noch zur Zeit, als man den Unterschied, ja den Gegensatz zwischen Ozon und Antozon nicht kannte, wies Schönbein nach, daß Terpentinöl in einer Flasche, dem Sonnenlicht ausgesetzt, ozonische Eigenschaften annehme

und die Luft über der Flüssigkeit gleichfalls wie bei der mit feuchter Luft in Berührung befindlichen Phosphorstange ozonisirt werde. — Spätere Entdeckungen führten darauf hin, daß eine ganze Reihe ätherischer Oele dieselben Eigenschaften im Sonnenlichte bekommen. — In neuester Zeit ist auch die Einwirkung des Lichtes auf Harze, durch welches sie schwerer löslich werden als dort, wo sie dem Lichte nicht ausgesetzt gewesen sind, des photographischen Zweckes halber vielfach untersucht worden; desgleichen sind chemische Salze, wie chromsaures Kali und andere als veränderlich in ihren Eigenschaften nachgewiesen worden, je nachdem sie dem Lichte ausgesetzt worden. — All' dies scheint auf der Eigenschaft des Lichtes zu beruhen, welches den Sauerstoff der Luft ozonisirt und somit veränderliche Oxydationsstufen in den beleuchteten Gegenständen hervorruft; und hiernach hätten wir denn Gelegenheit von einer ganz neuen Seite her die chemisch und physikalisch wirkenden Kräfte des Sonnenlichtes kennen zu lernen. —

Indessen sind all diese Untersuchungen noch nicht spruchreif und wir müssen uns für jetzt mit den Vermuthungen begnügen, die man wissenschaftlich berechtigt ist, über die Wirkung des Sonnenlichtes auf die Ozonbildung und die Wichtigkeit dieser Bildung auf das Leben der Natur zu äußern.

Nach Schönbein, der noch immer an der Spitze sowohl der von ihm begonnenen Entdeckungen, wie der darauf gegründeten Untersuchungen steht, ist das Sonnenlicht eine sehr bedeutende Quelle der Ozon-Bildung.

Welche Strahlen des Lichtes es vorzüglich sind, die den Sauerstoff der Luft in den Zustand des Ozon, oder unter veränderten Umständen des Antozon versetzen, das wissen wir nicht anzugeben. Wir sind zunächst berechtigt zu vermuthen, daß es wohl die Strahlen sein werden, welche überhaupt chemische Wirkungen hervorbringen, obgleich die Versetzung des Sauerstoffs in Ozon an sich ein rein physikalischer Prozeß zu sein, und der chemische Vorgang erst zu beginnen scheint, wo das Ozon fertig ist und als solches auf andere Stoffe einwirkt. — Man kann sich hier den Vorgang ähnlich dem denken, durch welchen wir uns die Verbindung des Chlor-Knallgases zu Salzsäure-Gas durch das Sonnenlicht zu versinnlichen suchten; wir können auch hier annehmen, daß die von der Sonne ausgehenden Aether-Schwingungen den Sauerstoff-Atomen solche Schwingungen mittheilen, welche dem Sauerstoff eine viel regere chemische Verbindungslust ertheilen. — Schönbein's Vermuthungen gehen aber noch tiefer auf alle chemischen Vorgänge ein; er schließt aus vielen Erscheinungen, daß alle Arten von Oxydationen nur zu Stande kommen, wenn der Sauerstoff vorher ozonisirt worden ist und dies sei bei jeder Verbrennung der Fall. Hiernach wäre denn der größte Theil aller chemischen Prozesse begleitet von vorhergehenden Umständen, welche dem Stoffe die Verbindungslust ertheilen, und wenn dies richtig ist, ließe es sich auch besser als bis jetzt erklären, weshalb gewisse Soffe, wenn sie eben erst aus einer chemischen Verbindung ausgeschieden worden sind, eine heftigere anderweitige Verbindungslust zeigen, als wenn

man ihnen Zeit läßt, aus dem Zustand der Erregung herauszukommen.

Was wir aus all dem aber für unser Thema zu entnehmen haben, ist die wichtige Thatsache, daß die Sonne nicht blos chemisch wirkt, indem sie zwei Stoffe zu gegenseitiger Verbindung treibt, oder auch bestehende Verbindungen auflöst, sondern daß sie auch auf einen einzelnen Stoff, wie den Sauerstoff, einen physikalischen Einfluß ausübt, der chemische Folgen nach sich zieht. Vermag man diese Wirkung auf den Sauerstoff schon nachzuweisen, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß sie auch auf andere Stoffe vorhanden ist. — So wie die Sonne den Stoffen, die ihr Strahl trifft, Wärme mittheilt und durch die Wärme sie ausdehnt und unter Umständen verdampfen läßt, also ihren ganzen Zusammenhang stört und verändert, so ist auch eine anderweitige Veränderung der Atom-Lagen oder Atom-Bewegungen nicht bloß im Sauerstoff, sondern auch in andern, vielleicht allen Stoffen, die ihr Strahl trifft, wahrscheinlich.

XVIII. Was ist Licht, wenn keine Augen existiren?

Wenn man all das, was wir bisher von der Wirkung der Sonne vorgeführt haben, überblickt, so geräth man auf die befremdende Wahrnehmung, daß die Naturwissenschaft gewisse geheime Kraftquellen in der Sonne,

wie die Kraftquelle der Wärme und die der chemischen Strahlen sehr glücklich ausfindig zu machen und in meßbaren Grenzen darzustellen verstanden hat, daß jedoch grade diejenige Wirkung, welche so zu sagen sehr offen uns vor Augen zu liegen scheint, die Wirkung des sichtbaren Lichtes eigentlich sehr im Dunkeln bleibt! — Die unsichtbare Wärme und die noch unsichtbarere Chemie hat man glücklich ausspionirt und weiß nicht bloß am sichtbaren Spektrum zu zeigen, in welchen Strahlen sie hauptsächlich ihren Sitz haben, sondern hat es auch herausgebracht, daß auf der einen Seite des rothen Endes die Wärme und auf der andern Seite des violetten Gebietes die Chemie einen Wohnsitz in für unsere Augen unsichtbaren Strahlen aufgeschlagen. — Muß es nicht sehr auffallen, daß man unter diesen Umständen so wenig Aufschluß erhalten kann über das, was wir Licht nennen, sobald wir von Wärme und von Chemie dabei absehen? —

Es liegt in der That in dieser Wahrnehmung etwas Sonderbares; aber die Sonderbarkeit beruht möglicherweise nur auf dem einen Umstand, daß wir von Jugend auf gewöhnt sind an die Vorstellung, daß alles, was auf uns einen Eindruck macht, auch auf alle Dinge außer uns einen Eindruck machen müsse, während es doch sehr leicht möglich ist, daß dieser Schluß täuscht und ein Eindruck auf uns nur auf subjektiven und keineswegs auf objektiven Wirkungen beruht. —

Es ist — einfach gesagt — in der That sehr leicht möglich, daß wenn wir den Sonnenstrahlen durch irgend ein Mittel die Wärme-Kraft und durch ein anderes

Mittel die chemische Kraft benehmen, dann nicht etwa noch Licht übrig bleibt, wie wir uns einbilden, sondern Alles fort ist! Es ist sehr wohl möglich, daß trotz unseres Augenscheines, als ob die Welt voll Licht wäre, dies keineswegs der Fall ist, sondern der Eindruck des Lichts auf unser Auge nur herrührt von den Strahlen, die in die Mitte des Sonnenspektrums fallen, wo Wärme-Kraft und chemische Kraft in einander wirken! —

So befremdend solch' ein Gedanke auch im ersten Augenblick ist, so stark wird seine Wahrscheinlichkeit, wenn wir Folgendes erwägen.

So lange man Lichtstrahlen und Wärmestrahlen der Sonne nicht zu unterscheiden wußte, war es ganz natürlich, daß man annahm, es existiren Lichtstrahlen nicht bloß für die Augen, sondern für alles andere in der Welt. Die wärmende Wirkung der Lichtstrahlen, das sah man, giebt sich an allen Dingen zu erkennen. Durch diese Wirkung dehnen sich alle Gegenstände aus, und dies allein genügte schon, so lange man Licht und Wärme der Sonnenstrahlen nicht als zwei Dinge ansah, das Licht für eben so objektiv zu halten, wie Wärme. — Nachdem jedoch die Wissenschaft lehrte, auch in den Sonnenstrahlen Licht von Wärme zu unterscheiden, nachdem man wahrgenommen hatte, daß im Sonnenspektrum auf der einen Seite die Wärme-Strahlen am stärksten sind, dort wo unser Auge gar nichts sieht, daß sie dann im Roth, womit das Spektrum beginnt, schwächer werden und endlich immer weiter bis zum Blau abnehmen, wo sie sich verlieren, da konnte man schon nicht mehr

Licht und Wärme für gleichbedeutend halten und mußte für Licht einen andern Maßstab der Wirkung aufsuchen, wenn man es für etwas mehr als einen bloßen Eindruck auf unser Auge betrachten wollte.

Nun ging es eine Zeitlang ganz gut, Licht und chemische Strahlen als gleichbedeutend anzunehmen; da hätte denn das Licht auch noch ein anderes Geschäft und zwar ein sehr großes Geschäft der chemischen Thätigkeit in der Welt, und brauchte nicht als bloßer angenehmer Agent für unsere und die Augen unserer Mitgeschöpfe zu existiren. — Es hätte eine objektive Wirksamkeit und nicht eine blos subjektive und für uns augenbegabte Wesen willkommene Rolle zu spielen. — Nachdem jedoch jetzt das Spektrum und die chemische Wirkung desselben genauer untersucht worden ist, läßt es sich nicht mehr leugnen, daß chemische Strahlen doch etwas anderes sind als das was wir Licht nennen; denn es giebt ja unsichtbare chemische Strahlen, die weit über das sichtbare Spektrum, über das Violet hinaus liegen. — Und da hat man also sich sehr ernstlich die Frage vorzulegen: was ist denn eigentlich Licht, wenn keine Augen existiren? —

Diese Frage ist keine philosophische Spielerei; wir wollen sie auch nicht zum Gegenstand spekulativer Gedankengespinnste machen, wir wollen sie vielmehr in der Sprache der reinen Erfahrungswissenschaft deutlicher ausdrücken, um jede Nebenbetrachtung auszuschließen. —

Die Frage ist, prosaisch gesagt, folgende:

Wenn man wie gewöhnlich Sonnenstrahlen unzer-

streut vor sich hat, so wirken sie erwärmend, leuchtend und chemisch zugleich. Man kann nun durch gewisse Kryſtalle, durch welche man das Licht durchgehen läßt, z. B. Alaun, die Wärme mildern, ohne in gleichem Grade das Licht zu schwächen; man kann auch umgekehrt durch andere Kryſtalle, z. B. Steinsalz, das Licht mehr schwächen als die Wärme; ferner kann man durch verschiedene gefärbte Gläser bald die chemische Wirkung mehr oder weniger als die Licht- und Wärmewirkung schwächen, man kann mit Einem Worte bis auf einen gewissen Grad mit den Wirkungen des Lichtes experimentiren und von jedem durchsichtigen Körper sagen, daß er bald mehr bald weniger von der einen oder der andern Wirkung aufhebt. — Bringt man jedoch durch ein Prisma eine Zerstreuung des Lichtes in seinen besondern Strahlen hervor, so bekommt man im Spektrum das sichtbare Licht vom Roth bis zum Violet, zu beiden Seiten aber liegen noch unsichtbare Strahlen; an der rothen Seite die wärmenden, an der violetten Seite die chemischen; es sind jedoch die Gebiete nicht scharf getrennt, sondern sie gehen leise in einander über, so daß im sichtbaren Spektrum die wärmenden und die chemischen Strahlen von beiden Seiten her sanft verlaufend durcheinander gehen. —

Da man nun über die Wärme zweifellos ist, daß sie nicht bloß auf unsern Körper, sondern allenthalben auf die Welt außer uns wirkt, und ebenso die chemische Wirkung eine solche ist, die über das Gebiet unserer Persönlichkeit und unseres Empfindens hinausliegt, so

ist die Frage: wie sich's mit dem Lichte verhält, eine sehr reale; sie lautet einfach ausgedrückt: Haben die Strahlen, welche wir als Spektrum sehen, bloß ihre Eigenschaft der Sichtbarkeit durch die Kombination ihrer wärmenden und chemischen Eigenschaften, oder haben sie an sich selber noch irgend eine Wirksamkeit im Haushalt der Natur, so daß man das Licht als etwas betrachten darf, das nicht bloß für unser Auge, sondern auch wirksam ist, wenn kein Auge vorhanden wäre?

Diese Frage ist von der Wissenschaft noch nicht beantwortet worden; wir können daher hierüber nur einige Vermuthungen aussprechen, was wir im nächsten Artikel, so weit es unser Thema gestattet, thun wollen.

XIX. Der Dove'sche Lichtmesser.

Wenn wir auf die Frage eingehen: ob das, was wir Licht nennen, etwas besonderes und anders ist als eine bloße Kombination der Wärme und der chemischen Wirkung der leuchtenden Körper? — so vermessen wir uns nicht die Antwort zu geben, welche wissenschaftlich noch nicht festgestellt ist, sondern wollen nur auf die Hauptpunkte hinweisen, wo vielleicht die Lösung der Frage einmal wird gefunden werden können. —

Wäre die Netzhaut, die Nerven-Tapete im Hintergrunde unseres Auges, nicht ein so äußerst geheimnißvolles Kunstwerk, so würde man einige Hoffnung hegen

können, die Natur der Lichtwellen besser zu ergründen durch die Ergründung der Art, in welcher sie auf unser Auge wirken. Die Netzhaut ist jedoch ein Gebilde von äußerst kunstvoller Struktur, ausgestattet mit Feinheiten, die kaum erst durch das Mikroskop klar gelegt worden sind. Man sieht in dieser Haut, die dem bloßen Auge nicht besonders wunderlich gebaut zu sein scheint, bei näherer mikroskopischer Forschung eine Reihe von Schichten, aus Kügelchen, Stäbchen und feinen Geweben bestehend, die offenbar die besondere Bestimmung haben, das Auge als optisches Instrument mit dem Nerven als physiologischem Gebilde zu der Lichtwirkung zu vereinigen. Was diese Feinheit und Künstlichkeit im Bau der Netzhaut zu bedeuten hat, weche Rolle die einzelnen Schichten von äußerst saubern Gebilden zu spielen haben, das weiß man vorerst nicht sicher, und weil man dies nicht weiß, kann man auch durchaus nicht sagen, ob die Netzhaut eine Lichtempfindlichkeit besitzt, weil sie von einer Kombination von Wärme-Wellen und chemisch wirkenden Wellen getroffen wird, oder ob diesen Wellen eine dritte uns unbekannte Wirkung eigen ist, die auch Lichterscheinungen erzeugen würden, wenn man Wärme und Chemie beseitigen könnte.

Schon eher könnte man diese Frage beantworten, wenn es gelänge, zwei Spektren so neben einander zu stellen, daß die unsichtbaren Wärmestrahlen am rothen Ende des einen Spektrums mit den unsichtbaren chemischen Strahlen hinter dem violetten Ende des andern Spektrums durcheinander auf eine Stelle wirken. Gelänge

es durch diese Kombination die Stelle zu erleuchten, so wäre es zweifellos, daß Licht eine Kombination von beiden Strahlen sei. — Wir wissen nicht, ob solch' ein Versuch angestellt ist, und ob er ein positives Resultat ergeben hat. Wir vermuthen nur, daß der Versuch von großen Schwierigkeiten begleitet sein würde, wenn wir erwägen, daß die unsichtbaren chemischen Strahlen, durch Chinin=Papier in der bereits erwähnten Weise sichtbar gemacht, ein ganz apartes Spektrum für sich abgeben, wenn man sie durch ein Prisma betrachtet, daß man also auch hier Erscheinungen vor sich hat, deren Erklärung noch nicht gelungen ist. —

Einfacher wäre der Weg zur Lösung der angeregten Frage, wenn man nur eine vollkommen sichere Messung des Lichtes im Spektrum vornehmen könnte, wie die, welche Bunsen und Roscoe von der chemischen Wirkung gegeben haben. — Und hier ist eben der Punkt, wo wir das Meß=Instrument für Licht vorführen müssen, welches Professor Dove in Berlin erfunden hat, und das bei gehöriger Feinheit wohl im Stande wäre, einen Aufschluß über unsere Frage zu gewähren.

Das Dove'sche Meßinstrument für Licht beruht auf folgendem Princip. — Die Panotypen sind bekanntlich eine Art von Lichtbildern auf Glas, welche beim gewöhnlichen Anblick ein natürliches positives Bild geben, sobald man hinter das Glas eine schwarze Platte legt; wenn man jedoch das Glas mit dem Bild gegen das Licht hält und durchsieht, so sieht man das Bild negativ, das heißt, man sieht alle Gegenstände, welche hell sind, dunkel

und die dunkel sind, hell. Die Erklärung dieser Eigenthümlichkeit der Panotypen ist kein Geheimniß, sie liegt darin, daß das photographische Bild aus reduzirtem Silber besteht und dieses ist im auffallenden Licht weiß wie Silber, im durchscheinenden aber undurchsichtig, also schwarz. — Wie aber zeigt sich das Bild, wenn man die Glasplatte zugleich von oben und von unten beleuchtet? Der Versuch lehrt, daß, so lange das obere Licht stärker ist als das untere, das Bild weiß erscheint, daß, wenn das untere durchscheinende Licht stärker ist, das Bild schwarz, also negativ sichtbar ist; daß jedoch, sobald das Licht von beiden Seiten gleich stark ist, das Bild ganz unsichtbar wird. —

Eine solche Panotypie benutzt nun Dove, um die Stärke von zwei Lichtquellen gegeneinander abzumessen. Denken wir uns, ein Panotyp unter das gewöhnliche Mikroskop gebracht und bloß von oben angesehen, so wird es ein weißes Bild zeigen; läßt man aber das Bild nicht von oben, sondern von unten durch den Spiegel des Mikroskops beleuchten, so erscheint es negativ schwarz; läßt man von oben und von unten Licht auf das Bild fallen, so wird man sofort erkennen, welches Licht stärker wirkt. Bringt man nun am Mikroskop die Vorrichtung an, die stärkere Lichtquelle abzublenden, und so lange abzublenden bis gar kein Bild sichtbar ist, so hat man an der Stärke der Blendung einen Maßstab, um wie viel die eine Lichtquelle stärker ist als die andere.

Auf solchem Wege und namentlich bei einer gehöri-

gen Verfeinerung des Instrumentes*) ließe sich das Licht im Spektrum viel genauer als bisher messen, wo wir bloß auf die Schätzung unseres Auges angewiesen sind, das für Lichtstärke durchaus unsicher ist. — Nehmen wir nun an, daß zu der von Bunsen und Roscoe festgestellten Skala der chemischen Stärke in jedem Theil des Spektrums und der Skala von der Art, wie die Wärme im ganzen Spektrum vertheilt ist, noch eine dritte Skala käme, die die Lichtvertheilung auch noch mit Genauigkeit nachwiese, so würde schon der bloße Anblick der drei Skalen erweisen, ob die Lichtskala bloß eine Kombination von den beiden andern, oder ob sie eine eigne Unabhängigkeit und Selbstständigkeit ihres Steigens und Fallens habe. Wäre Ersteres der Fall, so müßte man schließen, daß Licht nichts für sich Existirendes, sondern nur eine Verbindung von zwei Wirkungen sei, die gesondert als Wärme und Chemismus bekannt sind. Wäre letzteres der Fall, so würde man sicher annehmen müssen, daß Licht noch ein Drittes ist, das zwar zwischen Wärme und Chemismus liege, aber keineswegs eine Kombination beider wäre.

Wie dem aber auch sein mag, wir haben immerhin in der Sonnenwirkung die Gesammtwirkung derselben

---

*) Die lichtmessenden Apparate sind in der letzten Zeit sehr vervollkommt worden und haben in andern Gebieten der Wissenschaft bereits zu sehr wichtigen Entdeckungen geführt, die wir dem Leser im nächsten Bändchen mittheilen werden. Untersuchungen in dem oben angeregten Sinne sind jedoch bisher noch nicht gemacht worden; die Meßvorrichtungen sind hierzu noch zu roh und ungenau.

zu betrachten nnd wollen uns nunmehr diesem Kernpunkt unseres Themas wiederum zuwenden.

XX. Wie wir uns die „Kraft" vorstellen müssen.

Ganz so wie man bei der seit langen Zeiten bekannten wärmenden Kraft der Sonnenstrahlen das „Gesetz von der Erhaltung der Kraft" angewendet und zu dem Schlusse gekommen ist, daß wir nicht im Stande sind, irgend welche Kraft in Thätigkeit zu setzen, welche nicht eigentlich von der Sonne herrührt, ganz so muß man dasselbe Gesetz auch auf die chemische Kraft der Sonnenstrahlen anwenden und darum auch zu der großen Wahrheit kommen, daß alle chemischen Kräfte, welche wir in den Körpern auf Erden vorfinden, nur aus der großen Quelle chemischer Kraft herstammen, welche in der Sonne ihren Sitz hat.

So befremdend dieser Gedanke auch für den ersten Augenblick klingt, so entschieden muß man dessen Wahrheit anerkennen, wenn überhaupt das „Gesetz von der Erhaltung der Kraft" begründet ist. — Es mag uns für den ersten Augenblick sonderbar vorkommen, anzunehmen, daß die chemische Neigung zweier Stoffe, die wir zu einander bringen, irgend etwas mit der chemischen Kraft der Sonnenstrahlen zu thun habe. Man könnte freilich fragen, was hat die Sonne damit zu schaffen, wenn wir die Kunst verstehen, beliebig bei Sonnenschein

oder in stockfinsterer Nacht aus Queckſilber und Schwefel Zinnober zu machen? Die Kraft, die dies bewirkt, ſteckt ja offenbar im Queckſilber und im Schwefel, als eine uns bekannte chemiſche Verwandtſchaft, und dieſe Kraft könnte ja auch exiſtiren, wenn die Sonne nie vorhanden wäre. — Allein bei näherer Erwägung des Sachverhältniſſes muß ſich unſer bisheriges Urtheil, auch wenn es auf ſo feſten Grundſätzen wie das über die chemiſchen Verwandtſchaften beruht, eine weſentliche Modifikation gefallen laſſen.

Wir dürfen nämlich nicht vergeſſen, daß die neuere Wiſſenſchaft dahin gekommen iſt, alle alten Annahmen von Fluida ganz zu verwerfen. Man hat ehedem Licht für ein Fluidum, einen feinen Stoff gehalten, den die Sonne und jeder leuchtende Körper ausſendet; dieſe Anſchauung iſt längſt beſeitigt. — Es iſt nicht lange her, daß man noch einen Wärme-Stoff annahm; und auch dieſes ſogenannte Fluidum iſt in die Rumpelkammer veralteter Anſchauungen geworfen worden. Licht ſowohl wie Wärme ſind anerkannt nur Erſcheinungen, welche durch ein Erzittern, ein Schwingen des Weltäthers, erzeugt werden, der auch die erleuchteten und erwärmten Gegenſtände in Schwingungen verſetzt. — Jetzt, wo man hinter die chemiſche Kraft der Sonne gekommen iſt und mit voller Sicherheit weiß, daß auch dieſe herrührt von den ſchnellſten und brechbarſten Wellen des von der Sonne in Schwingung verſetzten Aethers, jetzt ſpricht alles dafür, daß auch die ſogenannte chemiſche Verwandtſchaft ein gewiſſer Schwingungs-Zuſtand der Stoffe

sein muß; sonst ist es unerklärlich, weshalb Chlorgas und Wasserstoffgas mit einander gemischt, gar keine gegenseitige chemische Heirathsluft besitzen und sie erst dann bekommen, wenn Aetherwellen von gewissen Schwingungen sie beide fassen und mit ihnen einen Vibrations-Tanz aufführen.

Ist dem aber so, so bekommt man auch von dem geheimnißvollen Ding, das man bisher wissenschaftlich Kraft nennt, einen andern als den bisherigen Begriff. Man gelangt nämlich bei näherem Nachdenken hierüber zu dem Schluß, daß Kraft gar nicht, wie man bisher annahm, die Eigenschaft eines Atoms, sondern nur der Thätigkeitszustand eines Atoms sein mag.

Um deutlicher zu sein, wollen wir uns an ein praktisches Beispiel halten.

Wenn man ein Stück Eisen in Bezug auf die Kräfte untersucht, die in demselben nach den bisherigen Anschauungen wohnen müssen, so findet man, daß jedes Atom des Eisens erstens eine Kraft hat, die der Anziehung der Massen, zweitens eine damit verwandte Kraft, die des festen Zusammenhaltens der Atome, oder die der Cohäsion, drittens sitzt auch noch eine Kraft in dem Atom oder um dasselbe, welches die spezifische Wärme ausmacht; viertens steckt irgendwo noch eine Kraft, die man chemische Affinität nennt, oder wie wir sie nennen, die chemische Heirathsluft; außerdem muß man an einem jeden Eisenatom noch andere Kräfte annehmen, welche beim Magnetismus und bei elektrischen Erscheinungen hervortreten, und ehe man

noch wußte, daß Wärme und Licht nur Schwingungszustände sind, war man noch genöthigt zu der Annahme, daß auch noch ein Wärmestoff in jedem Eisenatom sitze, welcher durch Stoß oder Reibung aufgeweckt oder strahlenmäßig fortgetrieben wird, und endlich auch noch ein Lichtstoff, der bei stärkerer Erhitzung frei wird und sich vom glühenden Eisen aus nach allen Seiten verbreitet.

Nun ist zwar die Schwierigkeit, all' diese Kräfte um ein Atom zu placiren, das so unendlich klein ist, noch keineswegs der Grund, die Existenz der Kräfte zu leugnen. Auch der Umstand, daß uns all' die Kräfte sehr viel Nachdenken kosten, ohne uns in hinreichender Weise ihre Räthsel zu lösen, darf uns keine Veranlassung sein, sie in Abrede zu stellen. So lange die Annahme von Kräften geeignet ist, irgend eine Reihe von Erscheinungen unter gewissen Gesetzen berechenbar zu machen, so lange wird die strenge Wissenschaft nicht ablassen, solche Kräfte zu lehren, und wir dürfen uns keineswegs durch den Gedanken davon abschreken lassen, daß vieleicht unsere Schaar von Kräften einst so komisch klingen wird, wie die Schaar von Engeln und Geistern im Glauben der Vorzeit. — Aber der Kraft-Glaube, oder richtiger, die bisherige Anschauung, daß Kraft eine Eigenschaft des Atoms sei, ist durch die Wissenschaft selbst stark angegriffen. Es giebt weder einen Wärmestoff, der im Atom Eisen wohnt, noch giebt es eine Wärmekraft daselbst, sondern wenn durch Druck, Stoß oder Reibung das Atom in Schwingung versetzt wird

dann schwingt der Aether, der um das Eisenatom ist, mit, und mit diesem Aether gerathen alle Aethertheile in der Runde mit in Wärme-Schwingungen. Wärme ist also ein Thätigkeits-Zustand des Atoms und was man Wärme-Kraft nennt, ist nur die Fortpflanzung dieses Thätigkeits-Zustandes. — Mit dem Glühen und Leuchten, also mit dem Licht, ist es eben so. Das Eisen-Atom besitzt weder einen Lichtstoff, noch besitzt es eine Leuchtkraft als Eigenschaft, sondern nur die Möglichkeit, in solche Schwingung zu gerathen, daß es den Eindruck des Lichtes macht; es ist also auch dies ein Thätigkeits-Zustand des Atoms.

Nun finden wir an mehreren Beispielen, und besonders in dem Falle, den wir beim Chlor-Knallgas mehrfach besprochen haben, daß diese Gase durch gewisse von der Sonne veranlaßte Aetherschwingungen chemische Heirathslust bekommen, und diese ist dieselbe, welche als Affinität in der Wissenschaft gilt, also auch als Kraft angenommen wurde, welche in jedem Atom der beiden Gase seinen Wohnsitz haben solle. — Jetzt, wo man also sieht, daß Schwingungen chemische Prosse erzeugen, hat man starke Veranlassung, die Kraft der Affinität ebenfalls bei Seite zu schieben und die Heirathslust nur aus dem Schwingungszustand zu erklären, in welchen die Atome durch den schwingenden Aether versetzt werden.

Giebt man aber einmal diesen Anschauungen Raum, so hat man, wie wir nunmehr zeigen werden, Grund zu der Vermuthung, daß überhaupt die chemischen Er-

scheinungen nicht eine Folge von Atom-Kräften sind, sondern von Thätigkeitszuständen der Atome herrühren.

XXI. Atomschwingungen und Aetherschwingungen.

Für den Gedanken, daß die chemische Verwandtschaft nicht eine in den Atomen steckende Kraft, sondern die Folge eines Zustandes der Schwingungen der Atome sei — für diesen Gedanken sprechen einige Thatsachen, die wir hier in Betracht ziehen müssen.

Es ist allbekannt, daß, wenn man eine Kupferplatte in Berührung mit einer Zinkplatte bringt und beide Platten in geeigneter Weise durch einen Leitungsdraht verbindet, ein ununterbrochener elektrischer Strom in diesem Kreise zirkulirt, so lange die Berührung der beiden Metalle dauert. Nun ist zwar der elektrische Strom an sich ein naturwissenschaftliches Geheimniß. Man vermag wohl die Wirkungen des Stromes nachzuweisen und weiß auch ganz bestimmt, daß etwas in diesen Platten und dem sie zum Kreis verbindenden Draht vorgehen muß; allein es fehlt bisher noch jede Vorstellung von dem, was eigentlich da spielt; es steht nur als ganz zweifellos fest, daß in der Berührung der beiden Metalle die Grundursache der Elektrizität liegt, und also an der Berührungsstelle irgend etwas unsern Augen Unsichtbares vorgehen müsse, das sich dann durch den ganzen Kreis fortpflanzt.

Forscht man nun weiter nach den Eigenthümlichkeiten der zwei Metalle und der Verschiedenheit ihrer Natur in Hinsicht auf alle bekannten physikalischen Eigenschaften, so ergiebt sich's, daß weder die Verschiedenheit der Schwere, noch die Verschiedenheit der spezifischen Wärme, weder die Verschiedenheit ihres Schmelzpunktes noch die Verschiedenheit ihrer Kohäsion u. s. w. daran Schuld sein kann, daß ihre beiderseitige Berührung irgend etwas Besonderes in den Metallen entstehen läßt. Alle bekannten physikalischen Eigenschaften der Metalle geben nicht den allergeringsten Aufschluß darüber. Man ist vielmehr auf die Annahme hingewiesen, daß in der Kupferplatte und ebenso in der Zinkplatte irgend etwas Unsichtbares vorgeht, irgend welche Thätigkeit stattfindet, auch wenn sie gar nicht mit einander in Berührung stehen. — Man muß sich vorstellen, daß die Kupfer-Atome, aus welchen die eine Platte besteht, in fortdauernden Schwingungen begriffen sind, und eben so muß man sich die Zink-Atome der andern Platte in Schwingungen denken; allein diese Schwingungen sind verschieden, sei es in der Richtung, sei es in der Geschwindigkeit ihrer Bewegungen. Bringt man nun die beiden Platten in Berührung mit einander, so entsteht an der Berührungsstelle eine Störung des naturgemäßen Schwingungszustandes oder richtiger eine neue Schwingung als Kombination beider Schwingungen, und diese unausgesetzte neue Schwingung bei der Berührungsstelle stört und verändert die Atom-Schwingungen durch die Platten und die Leitung, und bringt all' jene

Erscheinungen hervor, welche wir mit dem Namen Elektrizität bezeichnen.

Nimmt man diese Vorstellung als die richtige an, so ergiebt sich daraus so manche Erklärung anderer Erscheinungen mit großer Leichtigkeit. Jeder elektrische Strom erzeugt Wärme in dem Leitungsdraht. Da Wärme nur ein Schwingungszustand der Atome ist, so läßt sich aus der Entstehung der Wärme auf die Natur der Elektrizität als Schwingungszustand schließen. Bei gehöriger Verstärkung des Stromes kann man die Wärme bis zum Glühen und Leuchten, bis zum elektrischen Licht steigern; was ebenfalls dafür spricht, daß die Ursache der Erscheinung auf künstlich erzeugten Schwingungszuständen beruht. — Umgekehrt kann man durch Erwärmung von zwei aneinander festgelötheten Metallen einen elektrischen Stom erzeugen, eine Erscheinung, die ebenfalls darauf hinweist, daß hierbei die veränderten Atom-Schwingungen der beiden Metalle die Hauptrolle spielen.

Zu all' dem kommen aber noch anderweitig festgestellte Thatsachen, die darthun, daß es mit den Erscheinungen, welche wir chemische nennen, auch nicht anders sein könne. — Eine allbekannte Thatsache ist es, daß der elektrische Strom die stärksten chemischen Verbindungen auflöst; es giebt keine chemische Verbindung zweier Massen, die sich nicht unter den Polen einer starken elektrischen Batterie zersetzt und eine Trennung der Stoffe verursacht. — Diese Erscheinung beruht nicht etwa darauf, daß der elektrische Strom der chemischen Kraft entgegengesetzt wäre, sondern im Gegentheil: die

Pole der elektrischen Batterie erhalten durch den Strom selber eine so gewaltige chemische Anziehung, daß die zwischen sie gebrachten chemisch verbundenen Stoffe diesem Zuge nicht Widerstand zu leisten vermögen und sich nach beiden Polen trennen. Besteht also der elektrische Strom in einer durch die Leitung gehenden Atom-Schwingung, so gewinnt es die größte Wahrscheinlichkeit für sich, daß auch die chemischen Eigenthümlichkeiten der Stoffe nur in eigenthümlichen Schwingungszuständen bestehen.

Eine fernere Thatsache ist es, daß Chemie und Elektrizität so innig verwandt sind, daß keine dieser zwei Kräfte zur Erscheinung kommt, ohne von der andern begleitet zu sein. Bei jedem elektrischen Strom unserer galvanischen Batterien finden chemische Zersetzungen und Verbindungen statt, und bei jedem chemischen Prozesse läßt sich auch ein elektrischer Strom nachweisen. Daß alle chemischen Prozesse von Wärme-Veränderungen, viele von Lichterscheinungen begleitet sind, das weist übereinstimmend darauf hin, daß Wärme, Licht, Elektrizität und Chemismus gleichen Grundursachen entspringen; und beruhen die ersteren Erscheinungen auf Schwingungszuständen der Atome, so ist es auch von den letzteren mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen.

Macht man sich aber einmal mit diesem Gedanken vertraut, befinden sich die Atome aller Stoffe nicht im Zustande einer Ruhe, sondern in dem einer, je nach ihrer Beschaffenheit verschiedenen Schwingung, so liegt es nahe, daß es nur Modifikationen der Schwingungen

sein mögen, welche uns bald als Wärme, bald als Licht, bald als Elektrizität, bald als chemische Verwandtschaft erscheinen, und bemerken wir, daß es bei den von der Sonne zu uns kommenden Aetherschwingungen wirklich so ist, finden wir faktisch, daß an dem einen Ende des Spektrums, wo die langsamsten Schwingungen stattfinden, Wärme erscheint, daß weiter Licht sichtbar wird, daß bei steigender Geschwindigkeit der Schwingungen chemische Wirkungen hervortreten; sehen wir also, daß die Schwingungen, welche die Sonne im Weltäther erzeugt, die Körper des weiten Weltraums in physikalische Thätigkeit versetzt, so haben wir Ursache zu der Annahme, daß die Sonne die Grundquelle aller sogenannten physikalischen Kräfte, oder richtiger aller Thätigkeiten der Atome sei, die von den Schwingungen des Weltäthers zu eignen Schwingungen angeregt werden.

Hiernach hätten wir uns den Welt-Zustand so zu denken, daß die Sonne durch den Aether des Weltraums eilend, diesen in Schwingungen versetzt. Diese Schwingungen werden uns zum Theil kenntlich als Wärme, als Licht, als chemische Wirkung. Die Aetherschwingungen versetzen aber auch alle Stoffe auf Erden in Atomschwingungen und diese Schwingungszustände der Atome bringen Erscheinungen hervor, die wir bisher theils als Fluida, theils als Kräfte betrachtet haben, die aber in der That nur verschiedenartige Thätigkeiten einer und derselben Ursache seien.

XXII. Die Sonne als Vorbedingung des Lebens.

Die Entstehung aller physikalischen und chemischen Eigenschaften der Atome aus einer durch die Sonne erzeugten Aetherschwingung ist auf dem Wege der wissenschaftlichen Forschung noch nicht nachgewiesen. — Was wir hierüber äußern, ist für jetzt nur eine Vermuthung, die der Ausführung und Bestätigung noch bedarf; diese Vermuthung wird aber unabweislich, sobald man die Konsequenzen des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft verfolgt, denn nach diesen Konsequenzen muß Bewegung und Wärme und Licht und chemische und elektrische und magnetische Kraft eine und dieselbe Thätigkeit der Atome sein, die nur durch verschiedene Umstände so modifizirt wird, daß sie als verschiedenartige Kraft erscheint. Sind diese aber eins, so ist die größte Wahrscheinlichkeit dafür, daß sie auch aus einer Quelle entspringen, und da die Sonne jedenfalls eine mächtige Quelle all' dieser Erscheinungen ist, und selber durch den Welt-Aether eilend und die Planetenwelt mitführend diesen Aether in Thätigkeit versetzt, so ist die Annahme, daß hierin die Grundquelle aller physikalischen Eigenschaften der vom Aether durchdrungenen Atome liegt, jedenfalls viel berechtiger als die bisherige, welche jedes Atom mit so vielen verschiedenartigen physikalischen Kräften versorgt.

Dürfen wir indessen diese Annahme nur als eine spekulative Vermuthung gelten lassen, so stellt sich in Bezug auf diejenige Thätigkeit, welche wir als Leben

auf der Erde wahrnehmen, schon viel sicherer heraus, daß deren Quelle in der Sonne zu suchen sei.

Auch wenn man wie bis jetzt die Atome aller Stoffe mit von der Existenz der Sonne ganz unabhängigen Kräften ausstattet und von diesen Kräften die physikalischen, chemischen, elektrischen und magnetischen Erscheinungen herleitet, ist man durch die Erfahrung genöthigt, anzuerkennen, daß alle Erscheinungen des Lebens in der Pflanzen- und Thierwelt abhängig sind von Einwirkungen der Sonne. — Man kann sich denken, daß die Atome der unbelebten Natur keine bedeutende Veränderung erleiden würden, wenn die Sonne aus dem Weltraum verschwände. Zwar würde auf der Oberfläche der Erde die Wärme abnehmen und dadurch ihr Zustand selbst ein anderer werden; allein die Sonnenwärme dringt nicht weit in die Erde hinein und bei einer Tiefe von hundert Fuß unter der Oberfläche würde ihr Verlust der Sonne ganz unbemerkt bleiben. Aber die belebte Natur, sie existirt nur auf der Oberfläche des Erdballs, und ihre Existenz ist, auch wenn man die Atome mit allen beliebigen Kräften ausstattet, ganz unmöglich, sobald man von der Einwirkung der Sonne absieht. — Wir können daher mit Bestimmtheit sagen: wollte man auch die Sonne als gleichgültig für den Bestand der Thätigkeit in der unbelebten Natur betrachten, so ist sie doch ganz zweifellos die Grundbedingung für die Existenz und die Thätigkeit des Lebens auf der Erde

Die Sonne ist es, welche die ersten Vorbedingungen

des Lebens verursacht. Die Sonne ist es, welche die eigenthümlichen Gebilde des Lebens erst möglich macht. Die Sonne ist es, welche den Prozeß des Lebens erhält, und die Sonne ist es höchst wahrscheinlich, welche in ihrer Thätigkeit die Thätigkeit des Lebens im unbelebten Stoff anregt und in den Resten lebender Gebilde die Möglichkeit von Thätigkeiten aufspeichert, welche wir als Quellen verschiedener Kräfte ansehen.

Die Art und Weise, wie die Sonne die Vorbedingungen des Lebens verursacht, haben wir bereits in unsern Artikeln mehrfach erwähnt. — Eine Vorbedingung des Lebens ist es, daß das Wasser auf der Erde in der Sonnenwärme verdunstet, daß dieses verdunstete Wasser luftförmig in das Luftmeer hinaufsteigt, daß dieses Luftmeer durch die Sonnenwärme am Aequator ausgedehnt in die Höhe gehoben wird, so daß das Gleichgewicht der Schwere die Luftmassen von beiden Polen zum Aequator drängt. Die Sonne bewirkt somit jenes Durcheinandermischen der Luft von verschiedener Temperatur, wodurch Schnee, Regen, Thau, Nebel entsteht, die das trockene Festland feuchten. Die ganze Zirkulation der Luft, der Kreislauf des Wassers in Luftform vom Meere zu den höchsten Gebirgen und von den Gebirgen wieder zurück in's Meer, all' dies ist lediglich das Werk der Sonnenwärme, und zwar ein Werk, ohne welches das Festland in ewiger Trockenheit bliebe und keinen Spielraum für eine Pflanzenwelt, geschweige denn für eine Thierwelt darböte.

Aber es liegt in dieser Vorbedingung des Lebens

auch noch eine andere Bedingung, durch welche erst die eigentlichen Gebilde des Lebens möglich werden.

Vergleicht man nämlich belebte und unbelebte Stoffe mit einander, so findet man einen wesentlichen Unterschied, der sehr charakteristisch ist. Ein unbelebter Stoff ist entweder fest oder flüssig oder luftförmig; man kann zwar durch Wärme feste Stoffe zum Schmelzen bringen, also flüssig machen, und flüssige durch weitere Erhitzung in Gas, in Luftform verwandeln, allein einen gemischten Zustand kann man nicht herstellen; der unbelebte Stoff ist immer nur in der einen oder der andern Form vorhanden. — Dahingegen ist es ein charakteristisches Merkmal eines belebten Gebildes, sei es Pflanze oder Thier, daß es weder fest noch flüssig, noch luftförmig, sondern durchaus ein Mischling aller drei Zustände ist. Es ist unumgänglich eine Vereinigung von Festem, Flüssigem und Luftförmigem nöthig, um ein Gebilde des Lebens zu werden. Es ist also, abgesehen von der Lebensthätigkeit einer Pflanze oder eines Thieres, abgesehen von dem Prozeß des Lebens, schon die Struktur, der Bau des Gebildes eigenthümlich anders als Struktur und Bau eines unbelebten Stoffes!

Die Möglichkeit eines solchen Mischlingsgebildes aber, das aus fester, flüssiger und luftförmiger Masse zugleich zusammengesetzt ist, diese Möglichkeit ist wiederum nur eine durch die Sonne erzeugte, denn sie steht im festem Zusammenhang mit der eben erwähnten Vorbedingung des Lebens. Wenn die Sonnenthätigkeit, die Wärme es ist, welche das flüssige Wasser luftförmig

macht und in's Luftmeer hineinträgt, und mit der Ablagerung desselben auf das Festland Luft, Flüssigkeit und Festes zu einander bringt, so spielt sie damit schon äußerlich den Eheprokurator für das lebende Gebilde, das aus den drei gemischten Formen entsteht, und prägt dem Gebilde damit den Stempel ihrer vorbereitenden Thätigkeit auf.

In der That ist es die Thätigkeit der Sonnenwärme, welche, in Wasser, Luft und Erde einwirkend, nicht blos die Möglichkeit, sondern auch die Struktur, des lebenden Stoffes bedingt. — Die Griechen sind durch diese Wahrnehmung auf den Gedanken gekommen, aus Feuer, Wasser, Luft und Erde vier Elemente alles Daseins zu machen; sie haben hierin geirrt; allein wie in allen Irrthümern großer Geister liegt auch in diesem die bedingte Wahrheit, daß erst durch die Wirkung des Feuers, oder richtiger, der Sonnenwärme solche Gebilde entstehen könnten, die Mischlinge von Flüssigem, Festem und Luftförmigem sind.

XXIII. Die Sonne weckt den Lebenskeim.

Ein noch innigeres Verhältniß alles Lebenden zur Sonne giebt sich darin kund, daß jedes lebende Wesen, sei es Pflanze oder Thier, in seiner Existenz einer ganz bestimmten Dauer unterworfen ist, während die nicht lebenden Stoffe in unbeschränkter Dauer forteristiren

können, sobald nur äußerlich keine Veranlassung zu einer chemischen oder physikalischen Veränderung vorhanden ist. Ein Stein, ein Metall, ein Salz, eine Luftart bleiben, wenn sie vor äußeren Einflüssen abgeschlossen werden, unverändert in der Existenz; sie sind also nicht von der Zeit abhängig, man kann bei ihnen nicht von einem Alter sprechen; wir kennen keine Art, wie der Lauf der Jahre auf sie einwirken könnte.

Anders jedoch verhält es sich mit Allem, was da lebt. All' die Gebilde der lebendigen Natur haben nur ein ihnen einmal angemessenes Zeit-Dasein. Sie sind Kinder der Zeit, entstehen in ihr, entwickeln sich in derselben nach bestimmten Zeitabschnitten und tragen auch in ihrer Entwicklung die Bedingung ihres Vergehens in sich. — Die Zeit aber ist ein Begriff, der auf's Engste mit den Bewegungen der Himmelskörper zusammenhängt. Denkt man sich diese Bewegungen fort und sieht zugleich von all' den damit zusammenhängenden Aenderungen in der Natur ab, so verliert man jeden Anhalt für den Begriff eines Zeitabschnittes. Es steht demnach die Zeit, die eine so entscheidende Rolle sowohl in der Entstehung wie in der Veränderung und dem Vergehen jedes lebenden Wesens spielt, in einer sehr engen Beziehung zu dem Leben, und somit ist auch die Sonne, die eigentliche Regulirung der Tages- und Jahreszeiten und ihrer Einflüsse auf das ganze Leben, auch die Grundbedingung für das Epochen-Dasein alles Lebenden auf der Erde.

Mit der Existenz der Sonne scheint aber auch noch

eine andere Eigenthümlichkeit im Zusammenhange zu stehen, welche die Form der Gebilde des Lebens von der der nichtlebenden Natur unterscheidet.

Wir haben bereits erwähnt, wie in der nichtlebenden Natur alle Stoffe entweder in Luftform oder als Flüssigkeit oder als feste Körper existiren. Wenn wir von luftförmigen und flüssigen Stoffen absehen, welche keine eignen Formen haben, sondern stets die Formen des Raumes oder des Gefäßes annehmen, in welchem sie sich befinden, so zeigen die Formen der festen Körper stets ein krystallisches Gefüge. Die Krystallform ist die des festen Stoffes aus der unbelebten Natur, und das Charakteristische des Krystalles ist wieder, daß er aus Flächen besteht, die von geraden Linien gebildet werden. — Anders verhält es sich in allen Gebilden der lebenden Natur. Die Grundform ist hier nicht der Krystall, sondern die Zelle, und die Urform der Zelle ist nicht die gerade Linie, sondern die Kurve, die kreisförmige.

Geben wir nun auch zu, daß dieser Umstand für sich allein noch keineswegs hinreichen würde, einen Zusammenhang dieser Form mit den in Kurven-Formen vor sich gehenden Bewegungen der Himmelskörper zu behaupten, so dürfen wir doch in Erwägung der Thatsachen, daß nichts von all' dem, was in Zellenformen existirt, vorhanden gewesen wäre ohne die Thätigkeit der Sonne, auch die Wahrscheinlichkeit aussprechen, daß die Zellenform nicht zufällig eine Bedingung des lebenden Gebildes ist, sondern in irgend einer uns unbekannten Beziehung zu der Form stehe, in welcher die Himmels-

bewegungen vor sich gehen. — Sehen wir aber auch hiervon ab, so zeigt jedes lebende Gebilde in seiner normalen Entwicklung eine so entschiedene Abhängigkeit von der Thätigkeit der Sonne, daß dieser Zusammenhang zwischen Sonne und Leben zu allen Zeiten anerkannt wurde.

Jede Pflanze und jedes Thier ist in der Bildung aus dem Keime von einer Einwirkung der Sonnenwärme abhängig. Zwar können wir diese Wärme künstlich ersetzen und in Treibhäusern Pflanzenkeime, wie in Brüt-Oefen Eier durch angemessene Heizung der Räume zu vollständigen lebenden Wesen entwickeln; allein wir haben bereits in den früheren Artikeln nachgewiesen, wie die künstliche Wärme, welche wir erzeugen, auch nur eine erborgte Kraft ist, die ursprünglich von der Sonnenthätigkeit herstammt. — Unsere Heiz-Materialien, Holz, Kohle, Torf, Braunkohle, Steinkohle u. s. w. sind alle ohne Ausnahme Pflanzen-Gebilde, auf welche die Sonnenthätigkeit eingewirkt und die Ablagerung des Kohlenstoffs möglich gemacht hat, dessen Verbrennung jetzt die künstliche Wärme erzeugt. — Die Sonne ist das eigentliche Magazin der Kraft, aus welchem wir einen kleinen Theil erhalten, welcher in den Resten der Sonnenwirksamkeit aufgespeichert liegt. — Wenn wir eine Heizung künstlich vornehmen, ersetzen wir wirklich für den bestimmten Raum ein Stück Sonnenwirksamkeit. Wir erzeugen bei der Verbrennung der Kohlen sowohl Wärme wie Licht und auch chemische Wirkung; allein wir bekommen die Kohle eben nur her aus dem Vorrath der

bereits früher vollzogenen Thätigkeit der Sonne. Die Kohle war einst lebendige Pflanze, welche Sonnenwärme und Sonnenlicht und chemisch wirkende Sonnenstrahlen erhalten hat. Die Pflanze ist zerfallen, ihre anderen Stoffe haben sich wieder zerstreut und sind anderweitige chemische Prozesse eingegangen; nur der übriggebliebene Kohlenstoff hat in seinen Atomen die Fähigkeit bewahrt, unter dem Prozeß der Verbrennung die Thätigkeit der Sonnenwirkung wieder frei zu geben, die er während des Wachsthums empfangen hatte; — oder um es strenger auszudrücken: die Kohle, gebildet durch die Aether-Schwingungen, welche die Sonne veranlaßt hat, besitzt die Fähigkeit, auch bei ihrer Verbrennung in gleiche Schwingungen der Atome zu gerathen und somit die Thätigkeit der Sonne neu zu produziren.

In ganz gleicher Weise ist auch bei der künstlichen Ausbrütung von Vogeln-Eiern die Wärme, die wir durch Heizung erzeugen, nur ein Ersatz der Sonnenwärme. Freilich brütet im gewöhnlichen Zustande das Mutterhuhn mit seiner Leibeswärme die Eier aus; allein diese Leibeswärme ist, wie wir auch bereits gezeigt haben, nur ein Erzeugniß der genossenen Speisen und des Athmungs-Prozesses, in welchem der Sauerstoff der Luft sich mit dem Kohlenstoff des Blutes verbindet. Die Leibeswärme des Mutterhuhnes ist demnach nichts anderes als die Wärme in der Speise des Huhnes, und diese Speise des Huhnes ist Pflanzenstoff, der wiederum nur von der Sonne das Wärmekapital erhalten hat. Lassen wir nun Eier in künstlicher Wärme ausbrüten, so thun wir

eigentlich ganz dasselbe, was das Mutterhuhn thut; wir machen die Portion Sonnenwärme durch Verbrennung frei, und das Huhn thut es durch Essen und Athmen. In Wahrheit also arbeitet das Mutterhuhn eben so wie wir nur mit dem Kapital der Sonnenwirksamkeit, die zur Lebensentwicklung so unumgänglich nöthig ist.

XXIV. Das Wachsen und Grünen der Pflanzen im Lichte.

In noch viel größerer Bestimmtheit stellt sich die Thätigkeit der Sonne als Urquelle des Lebens heraus, wenn wir auf den chemischen Prozeß des Lebens den Blick richten.

Es ist eine längst erkannte Thatsache, daß in der organischen Natur, in den Gebilden der Pflanze und des Thieres eine ganz andere Art Chemie vor sich geht, wie in der nicht lebenden Natur. Die organische Chemie und die unorganische Chemie unterscheiden sich sehr wesentlich sowohl in den Produkten wie in den Verbindungsgesetzen der Stoffe; und dieser Unterschied ist so groß, daß man bis auf die neuere Zeit fast allgemein angenommen hat, es sei unmöglich, irgend ein organisches Gebilde auf künstlichem Wege aus Urstoffen unorganischer Natur herzustellen.

Diese strenge Grenze zwischen organischer und un-

organischer Chemie ist nun freilich durch den Aufschwung der Wissenschaft der neuesten Zeit gefallen. — Es sind glückliche Versuche von deutschen Chemikern gemacht worden, die schon längst auf die Möglichkeit hindeuteten, daß diese Grenze nicht so unübersteiglich sein werde als man meinte; das Verdienst, in diese Scheidewand wirkliche Breschen gebrochen zu haben, gebührt indessen den neuesten französischen Chemikern, unter welchen namentlich Berthelot wahrhaft glänzende Resultate erzielte. — Man ist jetzt im Stande, aus unorganischen Stoffen eine ganze Reihe von Aether- und Alkohol-Arten herzustellen. Es scheint fast keinem Zweifel mehr unterworfen, daß man auch bald dahinter kommen wird, Zucker in gleicher Weise aus unorganischen Elementen zu machen; ja es sind sogar einige wissenschaftlich begründete Vermuthungen vorhanden, daß die Kunst, in die Schöpferkraft einzugreifen, nicht bei den erwähnten stickstofffreien Substanzen wird stehen bleiben, sondern sich auch noch auf Herstellung von stickstoffhaltigen Verbindungen erstrecken wird, und das heißt so viel, daß man wirkliche Nahrungsstoffe aus unbelebten Urstoffen wird künstlich erzeugen können, die bis jetzt nur in den Pflanzen- und Thiergebilden auf organischem Wege entstanden sind.

So erfreulich diese Forschritte und so begründet diese Hoffnungen auf die Zukunft sind, so wenig widersprechen sie doch unserer Voraussetzung, daß die Sonne die Urheberin des Kunststückes der organischen Chemie ist, welche wir in Pflanzen- und Thierwelt wirksam sehen.

Daß das Sonnenlicht einen wichtigen Einfluß ausübt auf die Pflanzenwelt, das zeigt uns jedes Pflänzchen, das wir in den Stuben ziehen und das seine Blätter nach den Fenstern hinrichtet, woher das Licht kommt. Daß hierbei die Wärme des Sonnenlichtes keine Rolle spielt, das weiß jede Blumenfreundin, die namentlich im Winter Gelegenheit hat zu bemerken, wie die Pflänzchen sich vom warmen Ofen ab- und dem kalten Fenster zuwenden. — Wir haben allen Grund zu vermuthen, daß diese Sehnsucht der Blätter den chemischen Strahlen gilt, oder richtiger ausgedrückt, die Blätter haben auf der Seite der Pflanze, wo sie mehr den chemischen Strahlen des Sonnenlichtes ausgesetzt sind, ein stärkeres Wachsthum, während sie auf der entgegengesetzten Seite verkümmern, wodurch es den Anschein gewinnt, als ob sie dem Lichte entgegen strebten. —

Ein anderer chemischer Prozeß, den das Licht in den Pflanzen erzeugt, ist die Zersetzung von Kohlensäure und die Aushauchung von Sauerstoff. Die Pflanzen nehmen Kohlensäure sowohl durch die Blätter aus der Luft wie im Wasser mittelst der Wurzeln in sich auf und beim Sonnenlicht zersetzt sich auf einem uns noch nicht klaren Wege die Kohlensäure in der Pflanze. Die Pflanze haucht den Sauerstoff aus und behält den Kohlenstoff zurück. Alle Kohle, welche wir in der Erde, sei es als Torf, als Braunkohle, als Steinkohle finden, oder die wir aus frischem Holze durch Verbrennung gewinnen, ist in solcher Weise aus dem chemischen Prozeß der Pflanzen gewonnen, welche die Sonnenstrahlen verursacht

haben. Ohne die Sonnenstrahlen, das heißt im Finstern, wachsen die Pflanzen nicht und entwickeln keine Ansammlung von Kohlenstoff; die Kohle ist also ein Produkt des Sonnenlichtes, wie wir dies schon öfter erwähnt haben, und bei ihrer Verbrennung, wo sie wieder mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure wird, haben wir nur das Gegenstück des Wachsthums, einen chemischen Prozeß unter Wärme-Erscheinungen, der bloß das umgekehrte Resultat des Wachsthums ist. — Wir werden noch später sehen, welche Rolle dieser umgekehrte Prozeß im Leben der Thiere und der Menschen spielt.

Endlich ist auch ein sichtbarer Erfolg der Wirkung des Sonnenlichtes die Entwicklung und Bildung des Blattgrüns. Dieses Grün ist nicht etwa die wirkliche Farbe der Blätter, sondern besteht aus feinen Kügelchen einer ganz bestimmten grünen Substanz, die sich in den Blättern unter Einwirkung des Sonnenlichtes ausbildet. Betrachtet man ein Blatt unter einem starken Vergrößerungsglase, so sieht man, wie diese grünen Kügelchen durchaus nicht einmal dicht bei einander stehen innerhalb des bleichen Blattes, sondern von Zwischenräumen getrennt sind, die viel mehr Raum einnehmen als das Blattgrün selber. —

Die Bedeutung des Blattgrüns für das Leben der Pflanze ist bis jetzt noch nicht erforscht. Wir wissen nur so viel, daß das Blattgrün, wenn man es auf chemischem Wege aus den Blättern auszieht, die Eigenschaft hat, einige unsichtbare Sonnenstrahlen in der Weise sichtbar zu machen, wie wir es bereits von der Chininlösung

unsern Lesern mitgetheilt haben. Das Blattgrün ist also entweder nur ein Produkt der unsichtbaren chemischen Sonnenstrahlen oder auch zugleich eine Substanz, welche die unsichtbaren Sonnenstrahlen absorbirt und für den Haushalt der Pflanze verwendbar macht. Jedenfalls wissen wir, daß Pflanzen ohne Licht erzogen, bleich und unentwickelt bleiben, und müssen daraus schließen, daß das Sonnenlicht für den Lebensprozeß der Pflanze nicht bloß eine Grundbedingung, sondern eine Grundquelle ist.

Daß man hierüber noch in vielen Punkten unklar ist, rührt daher, daß erst die neueste Zeit in Bunsen und Roscoe's Arbeiten die Möglichkeit gegeben hat, die chemischen Wirkungen der Sonne zu messen und somit gründliche Untersuchungen anzustellen. Wir dürfen von der Zukunft hoffen, daß dieses wichtige Thema nunmehr recht bald durch reichliche Aufschlüsse werde gelichtet werden.

XXV. Die chemische Sonnenkraft und die Kraft der lebenden Organismen.

In noch höherem Maße wie der ganze Lebens-Vorgang der Pflanze ist der des Thierlebens abhängig von der Sonnenthätigkeit und ihrer Einwirkung auf die Oberfläche der Erde.

Schon der eine Umstand, daß die Pflanzenwelt der Nahrungsstoff des Thieres ist, und man demnach den ganzen Leib des Thieres nur als ein höher organisirtes

Gebilde dieser Pflanzenstoffe betrachten muß, schon dieser Umstand reicht hin, in der Wirkung der Sonnenthätigkeit die Grundbedingung des Thierlebens zu erkennen. Ist das Pflanzendasein ohne die Sonnenthätigkeit nicht möglich, so ist auch der Thierkörper, der der Pflanzen zur Nahrung bedarf, ohne die Sonnenthätigkeit undenkbar. — Mehr aber noch als in dieser Grundbedingung der Existenz ist die Kraft, die im Organismus des Thierleibes wirksam ist, ein Erzeugniß des Zusammenhanges dieses Lebens mit der Thätigkeit der Sonne.

Es beruht nämlich jene Art von Kraft, welche wir ausschließlich im Thier-Organismus bemerken, die Kraft, sich fortbewegen zu können und auch andere Gegenstände durch Zug, Druck, Stoß u. s. w., in Bewegung zu versetzen, auf einer höchst einfachen und einförmigen Fähigkeit der Zusammenziehung der Muskeln. Wie mannigfaltig auch die Verrichtungen sind, welche wir mit der Kraft unserer Hände, mit der Kraft unserer Arme zu Wege bringen können, wie verschiedenartig die Thätigkeit unseres Körpers in den verschiedensten Situationen auch ist, es bleibt doch immer jede Art von Bewegung nur eine Kombination von Zusammenziehungen der Muskeln. Diese Kombination ist außerordentlich mannigfaltig und von einer ganz unübersehbaren Vorzüglichkeit und Pünktlichkeit in der Direktion; allein die thätige Kraft ist doch stets nur die eine, die Muskel-Kontraktion, welche eine charakteristische Eigenschaft des thierischen Lebens ist.

Die Naturwissenschaft der neueren Zeit hat nun

dieser eigenthümlichen Fähigkeit der Zusammenziehung, die wir als Kraft bezeichnen, ihre Aufmerksamkeit zugewendet, und der Naturforscher Moleschott hat durch vielfache Versuche nachgewiesen, wie diese Kraft sowohl bei lebenden, wie bei den Muskeln frisch getödteter Thiere im Zusammenhange steht mit Einwirkungen des Sonnenlichtes. — Frösche, die man lange Zeit im Finstern gelassen hatte, erwiesen eine merklich schwächere Muskelkraft als andere, die unter der Einwirkung des Lichtes blieben; auch die Kraft einzelner Muskeln, welche bei zwei Fröschen dem Gewichte nach gleich gut genährt erschienen, ergab sich sehr verschieden, je nachdem die Thiere im Finstern oder im Tageslicht gelebt hatten. Ein notorisch hungernder Frosch im Genuß des Tageslichtes hat kraftbegabtere Muskeln als ein fetter Genosse, der ein Wohlleben bei Abschluß des Lichtes geführt.

Aus diesen Versuchen hat man allen Grund zu schließen, daß nicht blos die Zusammenziehungskraft der Muskeln, sondern der ganze Umfang von Kräften, welche in der Lebensthätigkeit des Thiers wirksam sind, im Zusammenhange mit der Wirksamkeit der Sonne stehen. — Wie die Muskelkraft abhängig ist von der Nahrung, und wie die Nahrung wiederum ein Produkt des Pflanzenlebens, und das Pflanzenleben ein Ergebniß der Sonnenkraft ist, das haben wir bereits bei der Darlegung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft nachgewiesen, wo wir gezeigt haben, wie die neuere Naturforschung Wärme und Bewegungskraft als gleichbedeutend betrachte, wie sie die Kraft messen gelernt hat durch

die Summe des Wärmestoffes und wie sie die Körperkraft eines Menschen genau abschätzt nach der Summe des Wärme-Stoffes der Speisen, die er genießt. — Was aber in Bezug auf die Wärme-Thätigkeit richtig ist, das ist gewiß auch richtig in Bezug auf die chemische Thätigkeit. Genießt das Thier wie der Mensch in der Speise nichts anderes als eine Summe von Kraft, welche die Sonne in der Form von Wärme ausgesendet, so ist die vollste Wahrscheinlichkeit, daß die chemische Kraft, welche in allen Nahrungsstoffen liegt und welche die Nahrung befähigt in unserm Körper zu Blut zu werden und sodann sich in wirklich lebendigen Körpertheil zu verwandeln, auch nur ein Ergebniß der Kraft ist, welche die Pflanze in der Sonnenthätigkeit empfing, und zwar von der Sonnenthätigkeit, welche wir im Spektrum als die der chemischen Aether-Schwingungen kennen gelernt haben.

Nach dieser Anschauung der Wirksamkeit der Sonne auf das Leben ist es also die Sonne, welche in den Aether-Schwingungen, die sie erzeugt, den unbelebten Stoffen auf der Oberfläche der Erde die Fähigkeit verleiht, chemische Verbindungen organischer Natur in den Pflanzen einzugehen. Dieselben Schwingungen des Aethers bedingen sodann in der Pflanze die weitere Entwickelung welche die Pflanze zum Nahrungsstoffe des Thieres und des Menschen bildet; und dieselbe Thätigkeit der Sonne wirkt auf das lebende Thier und den lebendigen Organismus des Menschen so ein, daß die genossene Speise eine neue Umwandlung erleidet und endlich Blut und lebendiger Theil des Leibes wird.

Der zuverlässige Weg der Wissenschaft bis zur strengen Bewahrheitung dieser Anschauung ist freilich noch nicht gebahnt; allein es ist fast unbestreitbar, daß wenn die Lehre von der Erhaltung der Kraft in Bezug auf die Wärme eine Wahrheit ist, dann auch dieselbe Lehre volle Gültigkeit beanspruchen muß für alle anderen physikalischen wie chemischen, elektrischen und magnetischen Kräfte. Die Sonne, die hiernach eine Quelle der Wärme und als solche eine Schöpferin des Pflanzenlebens ist, ist es denn nicht minder in Bezug auf die chemische Kraft, die nachweislich in ihr ruht. Da aber Wärme und chemische Thätigkeit den Kern im Lebensprozeß des Thieres ausmachen und nicht minder elektrische und magnetische Erscheinungen sowohl durch Wärme wie durch chemische Prozesse erzeugt werden, so spricht die volle Wahrscheinlichkeit dafür, daß die ganze Lebensthätigkeit des Organismus nicht bloß ihre Grundbedingung, sondern auch ihre wirkliche Quelle in der Sonnenthätigkeit hat und diese Thätigkeit nicht bloß die Möglichkeit des organischen Lebens gewährt, sondern die eigentliche Bilderin und Schöpferin dieses Lebens sei.

XXVI. Die verschiedenen Kräfte sind nur Modifikationen Einer Kraft.

Wir wissen sehr wohl, daß wir uns in all den Anschauungen, welche wir bisher unsern Lesern vorge-

führt haben, auf dem Gebiet der Hypothesen bewegen; ja, wir müssen sogar bekennen, daß die Vorstellung, in die Schwingungs-Thätigkeit der Sonne den Ursprung all der Kräfte zu versetzen, welche man sonst in den Atomen suchte, erst dann den Anspruch haben wird auf den Namen einer wissenschaftlichen Hypothese, wenn man im Stande sein wird, durch eine solche Annahme eine Reihe von unerklärten Natur-Erscheinungen genügend zu erklären und durch Rechnungen in ihren Gesetzen nachzuweisen.

Dies ist nun freilich noch nicht in hinreichendem Maaße geschehen; allein der Weg der neueren Wissenschaft ist von so vielen Seiten dahin gerichtet, daß man jetzt schon mit Zuverlässigkeit sagen darf, es werde die Bestätigung nicht all zu lange auf sich warten lassen.

Zu unserer Rechtfertigung aber, daß wir schon jetzt im Verweisen auf die Zukunft solche Anschauungen unsern Lesern vorführen, wollen wir hier nur mit wenig Worten zeigen, wie von gar vielen und verschiedenen Seiten her die streng beobachtende und rechnende Forschung diesen von uns vorgeführten Betrachtungen zueilt. —

Wir haben bereits in den ersten Artikeln erwähnt, daß die alte Annahme eines Wärme-Stoffes, der noch in fast allen Lehrbüchern lebt, durch eine Reihe von streng wissenschaftlichen Untersuchungen einen Todesstoß erhalten hat. — Wärme ist kein Stoff sondern ein Zustand, und zwar ein Bewegungszustand, eine Schwingung der Körpertheilchen, die auf verschiedene Weise erzeugt werden kann. Ein Stück Eisen kann erwärmt

werden durch Wärme-Strahlen, das heißt durch Aetherschwingungen, die von der Sonne erzeugt und fortgepflanzt werden bis zu dem Aether in dem Eisen, der die Eisentheilchen mitschwingen läßt. Dasselbe Stück Eisen kann auch durch Stoß oder Schlag oder Reiben erwärmt werden, und das ist wiederum nichts anderes als eine Umänderung der Fortbewegung in eine innerliche Bewegung der Theilchen, in eine Schwingung. Dasselbe Stück Eisen kann auch durch einen durchgeleiteten elektrischen Strom erwärmt werden, das heißt aber wiederum nichts anderes, als daß die elektrischen Schwingungen unter Umständen, und namentlich, wenn sich ihren Schwingungen ein starker Widerstand entgegen stellt, in Wärme-Schwingungen verwandelt werden. — Wärme kann auch auf chemischem Wege entstehen, und das vermag man sich kaum anders zu erklären als durch die Annahme, die sich im Spektrum so entschieden bestätigt, daß die sogenannten chemischen Kräfte auch nur Schwingungs-Zustände sind und diese Schwingungen unter Modifikationen in Wärme-Schwingungen verwandelt werden.

Wärme also ist ein Zustand, der auf verschiedenen Wegen entstehen kann.

Nun aber kann man durch Wärme wiederum Bewegungen verursachen, wie unsere Dampfmaschinen hinreichend zeigen; man kann durch Wärme auch Elektrizität hervorbringen, wie dies die Lehre von den thermoelektrischen Strömen darthut; Wärme ist in vielen Fällen die Bedingung chemischer Verbindungen; ja jede Ver-

brennung zeigt uns, wie gesteigerte Wärme Licht und chemische Prozesse hervorruft. —

Zu all' diesen Wahrnehmungen, die wissenschaftlich längst feststehen, kommen nun die Forschungen der neuern Zeit, um den Lehrsatz von der Erhaltung der Kraft an der Wärme unumstößlich zu machen, und der Sinn dieses Lehrsatzes ist gar kein anderer als der, den bereits Helmholtz im Jahre 1847 mit aller Kühnheit und Schärfe ausdrückte, indem er die Behauptung aufstellte, daß all' das, was wir bisher wie vereinzelte und als apart wirkende Kräfte betrachteten, eigentlich nur Modifikationen einer einzigen Kraft seien.

Zwar führte Helmholtz seinen wissenschaftlichen Beweis in aller Strenge nur zwischen den zwei Erscheinungen, der lebendigen Kraft der Bewegung und der Kraft der Wärme aus. Aber er bekannte auch zugleich, daß die Wissenschaft hierbei nicht stehen bleiben könne und zu dem Resultat der Einheit in all' den Kräften kommen müsse, die jetzt gesondert als elektrische, chemische, magnetische u. s. w. betrachtet werden.

Unseres Wissens hat nach ihm noch Niemand den kühnen Versuch gemacht, hierfür im Großen und Ganzen mit vollen Beweisen aufzutreten; allein an einzelnen Beobachtungen, die recht scharf in diese Frage hineinragen, war die Wissenschaft sehr reich. Man stößt bei allen Forschungen, die angestellt worden sind immerfort auf Thatsachen, welche die engste Beziehung zwischen Chemie, Elektrizität, Magnetismus und Wärme beweisen, und selbst der orthodoxeste Kräfte-Glaube ist schon wissen-

schaftlich so weit erschüttert, daß es eigentlich schon längst ausgemacht ist, daß eines schönen Tages ein glückliches Experiment, oder eine kühne Entdeckung, oder eine scharfsinnige Rechnung die Einheit der Kräfte unumstößlich nachweisen würde.

Während so die Wissenschaft auf dem Gebiete der irdischen Experimente nahe an die Grenze einer großen Einheitslehre geführt wurde, hat der Forscherblick in das weite Weltall wunderbare Dinge entdeckt, aus welchen sich ergiebt, daß die liebe Sonne durchaus nicht eine blos mechanisch wirkende Anziehungsmasse ist. Die Astronomie lehrte, daß die Sonne selber sammt ihrem von ihr beherrschten System durch den Weltraum wandert. Der Enke'sche und der Faye'sche Komet bewiesen, daß dieser Weltraum nicht leer ist; der Engländer Thomson wies in kühnen Schlüssen nach, daß die Portion Aether, welchen die Erde verdrängt, ungefähr 250 Pfund beträgt. — Die Meteor-Steine, diese Weltraums-Schwärmer zeigten, daß in dem Aether des Weltraums viel Stoff vorhanden ist. — Die Flecken der Sonne und die hellen Stellen ihrer Oberfläche beweisen, daß der Kern der Sonne von einer Hülle umgeben ist, in der sehr viel physikalische Thätigkeit vorhanden. — Die totalen Sonnenfinsternisse thun dar, daß über der blendend hellen Lichthülle der Sonne noch weite glühende Hüllen vorhanden sind, von welchen man bisher nichts ahnte. — Die Entdeckungen von Kirchhoff und Bunsen haben bewiesen, daß in diesen Hüllen Verbrennungen, Verdampfungen von bekannten und unbekannten Metallen

vorgehen; und diese Metalle sind vielleicht nicht Bestandtheile der Sonne, welche sich selber im Verdampfungsprozeß befinde, sondern sind, wie Thomson nachweist, eben Stoffe, welche im Weltraum existiren und, ähnlich wie Meteorsteine auf die Erde, in die Sonne stürzen. — Zu all dem wissen wir auch jetzt durch Bunsen und Roscoe, daß die Sonne nicht nur eine Quelle der Wärme, sondern auch der chemischen Thätigkeit ist. —

Fassen wir aber all' das zusammen, und bedenken wir, daß thatsächlich alles, was wir von lebenden Wesen auf der Erde sehen, ganz unbedingt abhängig ist von den Einwirkungen der Sonne, so wird man es nicht als voreilig betrachten, wenn wir folgende Behauptung aufstellen:

So lange man die Sonne bloß als eine mechanische mit Anziehungskraft begabte Masse betrachtete, welche nur auf die Umläufe der Planeten einwirkte, so lange war es nothwendig, für die Erklärung aller physikalischen und chemischen Erscheinungen auf der Erde zu Kräften seine Zuflucht zu nehmen, die ihren Sitz in den Atomen der Stoffe haben. — Nunmehr jedoch, wo man die Sonne als eine unausgesetzt durch den Weltraum eilende und physikalisch und chemisch unausgesetzt thätige Masse kennt, die vermittelst der von ihr erzeugten Aether-Schwingungen auch nachweisbar physikalisch und chemisch auf die Stoffe auf Erden einwirkt und diese zu physikalischer und chemischer Thätigkeit anregt, nunmehr ist die Zeit gekommen wo man die strengen Konsequenzen des Lehrsatzes „von der Erhaltung der Kraft", wie sie bereits Helmholtz im Jahre 1847 angedeutet, zu

verfolgen hat, und das wahrscheinliche Resultat hiervon wird sein, daß die vielen verschiedenen Kräfte nur Modifikationen Einer Kraft, und ihre Quelle, nur Eine, nämlich die Schwingungsthätigkeit der Sonne ist!

XXVII. Die Räthsel der Sonnenkraft.

Gar leicht könnte Einer unserer Leser meinen, daß es eine bequeme Manier sei, all die geheimnißvollen Räthsel, welche uns die Atome und deren Kräfte darbieten, weit von uns und hinauf in eine geheimnißvolle Thätigkeit der Sonne zu versetzen, und deren Lösung der Zukunft anheimzugeben. — Gar leicht könnte man uns den Vorwurf machen, daß wir die Sonne wie eine Art Abgott des Alterthums hinstellen, der der Inbegriff aller Kraft und allen Daseins und Schaffens sei; ja mit Recht müßte man den Einwand erheben, daß, selbst die Möglichkeit solcher Sonnenwirksamkeit vorausgesetzt, man doch wenigstens bei Geltendmachung derselben einen Anhalt bieten müsse, wie man auf dem Wege bekannter Naturgesetze zu solchen Vermuthungen zu gelangen vermag.

In der That fühlen wir die Pflicht, all' diesen Einwänden zu begegnen; wir wollen nur unserer weiteren Erklärung die eine Bemerkung vorausschicken, daß mit unserer Anschauung von der Sonnenthätigkeit und ihrer Wirkung auf die Zustände der Atome, die uns als

mit besonderen Kräften begabt erscheinen, eigentlich kein neues naturwissenschaftliches Räthsel entsteht, sondern nur eine ganz bekannte und allgemein angenommene geheimnißvolle Thatsache dadurch verallgemeinert wird

Schon jetzt beweisen uns die Lichterscheinungen, daß die Sonne sich entweder selber in unausgesetzter Schwingung befindet oder an ihrer Oberfläche aus uns unbekannten Ursachen den Aether des Weltraums in Schwingungen versetzt. — Melloni's Versuche über die Natur der von der Sonne erzeugten Wärme lassen nicht den geringsten Zweifel, daß die Sonne neben den Schwingungen, welche Licht-Erscheinungen zu Wege bringen, noch besondere Schwingungen des Aethers verursacht, welche wir als Wärme wahrnehmen. Melloni wies nach, daß man durch eine Scheibe von Steinsalz und eine Scheibe von Alaun beliebig bald mehr Lichtschwingungen, bald mehr Wärmeschwingungen von den Sonnenstrahlen durchlassen und wirksam zeigen kann. — Neben diesen Schwingungen kommen aber auch noch andere von der Sonne verursachte Schwingungen zu uns, welche weder als Wärme noch als Licht wirksam erscheinen, sondern chemische Kunststücke machen, wie das die Photographie so allbekannt macht. Bunsen und Roscoe haben diese Schwingungen besonders durchforscht und messen gelehrt und die Wirksamkeit auf das ganze Naturleben deutlich gemacht, ohne daß ein Aufschluß vorhanden ist über die Art, wie diese Schwingungen in oder auf oder an der Sonne zu Stande kommen.

All das sind anerkannte Annahmen, gegründet auf

anerkannte Thatsachen, auf welchen die Wissenschaft sich aufbaut; gleichwohl kann auf die Frage: wie kommen diese Schwingungen zu Stande? Welch eine Veranlassung, welch eine Kraft bewirkt diese? keine Antwort ertheilt werden.

Zu all dem kommen aber noch zwei Umstände hinzu, die wir kurz berühren müssen.

Die Untersuchungen, welche über die Polarisation des Lichtes geführt worden sind, haben ergeben, daß die Aethertheilchen in allen möglichen Richtungen schwingen, ja sogar kreisförmige Bewegungen dabei machen. Dies vermehrt die Schwierigkeit einer Vorstellung der Bewegungen und macht eine Erklärung der Ursache, eine Erklärung des Zustandes, der die Sonne zu solcher Wirkung auf den Aether veranlaßt, zu einer äußerst verwickelten Aufgabe. — Ein zweiter Umstand, der über die Natur der Schwingungen, oder richtiger über die Wirkung, die sie haben, Aufschluß giebt, ist der Erklärung viel zugänglicher. Wir haben dieses Umstandes bereits öfter erwähnt, daß nämlich das Sonnenlicht aus einer Summe von Schwingungen des Aethers besteht von sehr verschiedener Geschwindigkeit. So lange das Licht ungebrochen zu uns kommt, merken wir die Verschiedenheit der Geschwindigkeit der Aetherwellen nicht; sobald jedoch das Licht durch ein Prisma gebrochen wird, werden die Lichtwellen je nach ihrer Geschwindigkeit schwächer oder stärker gebrochen und es entsteht das Farbenbild des Spektrums, wo noch außerhalb des sichtbaren rothen Endes Wärmewellen erscheinen, und wo außerhalb des violetten Endes die che-

mischen Wellen sich merkbar machen. — Aus diesem Umstand ist man zu dem sehr wichtigen Schluß gelangt, daß wenn ein Gegenstand in einem finstern Zimmer aus irgend welcher Ursache in Schwingungen geriethe, die nach und nach immer schneller würden, er bei einem gewissen Grade von Schnelligkeit der Schwingungen anfangen würde, Wärme auszustrahlen; bei noch gesteigerter Geschwindigkeit der Schwingungen würde er zu leuchten anfangen; bei weiterer Steigerung der Geschwindigkeit der Schwingungen würde er wieder unsichtbar werden, oder chemisch-wirkende Wellen aussenden.

Aber grade dieser Umstand erschwert ganz außerordentlich das Verständniß des Zustandes der Sonne, die offenbar in einem und demselben Moment Aetherschwingungen erzeugt, welche von außerordentlich verschiedener Geschwindigkeit sind, da sie Wärme, Licht und chemische Kraft zugleich haben. Daß es so ist, das ist zweifellos, aber wie soll man sich's erklären, oder richtiger, welche Kräfte wirken denn auf der Sonne oder in der Sonne, daß sie den Aether gleichzeitig in langsamere und schnellere Schwingungen versetzt und die Aethertheilchen rüttelt und schüttelt und in Drehung versetzt, so daß sie nach allen Seiten und allen Richtungen schwingen und so verwickelte Systeme von Wellen durch den ganzen Weltraum fortpflanzen?

Wir führen all diese von der Wissenschaft nicht gelösten Fragen auf, nicht um uns des Ruhmes zu vermessen, dieselben beantworten zu können, sondern um zu zeigen, daß wir in diesem Zweige der Wissenschaft

uns auf einem Gebiete bewegen, wo man den Vermuthungen einen freien Spielraum gönnen muß, und wo man jedenfalls berechtigt ist zu behaupten, daß dort in dem Zustande der Sonne, wo die Lösung vieler Räthsel liegt, auch wohl die Lösung der Räthsel liegen mag, die sich uns in der unmitelbaren Nähe an den Atomen und in den angenommenen Kräften derselben zeigen.

Ist aber auf einem so dunkeln Gebiet der Forschung eine Vermuthung erlaubt, sobald sie nicht den Anschein der Unumstößlichkeit annimmt, so wird es uns auch gestattet sein, eine Ansicht auszusprechen, die uns ergiebig für die Betrachtung erscheint, und zwar eine Ansicht, die, nur auf einer einzigen Hypothese fußend, wenigstens die Möglichkeit zeigt, daß all die räthselhaften Wirkungen der Sonne auf den Aether nur die Folge einer einzigen Kraft sind, und daß vielleicht diese Kraft, deren Allmacht in der Natur ganz feststeht, in der That die Grundkraft sei, deren Modifikation uns in der verschiedensten Wirksamkeit als scheinbar verschiedenartige Kraft vorkommt.

Und zu dieser Ansicht, die wir nunmehr im nächsten Abschnitt darlegen wollen, erbitten wir uns die Theilnahme und Nachsicht unserer Leser.

XXVIII. Die Anziehungskraft und die Aetherschwingungen.

Die Kraft, welche wir nach unserer Annahme an der Sonne wirksam finden, und die wir als die Grund-

ursache der Aether-Schwingungen betrachten, ist keine neue, sondern die in der Naturwissenschaft feststehende Anziehungskraft der Massen, deren Gesetze von Newton entdeckt, nicht bloß die ausreichendste Erklärung der Bewegungen der Planeten und der Kometen geben, sondern auch Bestätigung fanden in allen weitern Entdeckungen und Untersuchungen aller bis auf die Gegenwart bekannt gewordenen Naturerscheinungen.

Die Frage: woher diese Kraft stammt? warum jedes materielle Theilchen ein Bestreben hat, sich mit einem andern zu vereinigen? diese Frage ist ungelöst und wird auch von uns hier weiter nicht in Betracht gezogen werden. Wir nehmen die Anziehungskraft, wie es eben in der Wissenschaft gebräuchlich ist, als Thatsache an und betrachten sie als Kraft, welche vielen Wirkungen zu Grunde liegt, ohne uns darum zu kümmern, ob sie nicht selber die Wirkung irgend einer andern Kraft oder Ursache sei, die uns noch verborgen ist.

Aber in der Art und Weise der Wirkung der Anziehungskraft erlauben wir uns eine Annahme, die unseres Wissens bisher noch nicht in Betracht gezogen worden ist, und diese Annahme lautet wie folgt:

Die Anziehungskraft der Massen, respektive der Sonne, ist nicht eine unausgesetzte, sondern eine in schnell aufeinander folgenden Momenten wirkende, also eine impulsive, so daß zwischen einem Moment der Anziehung und dem andern eine Pause enthalten ist, wo die Anziehung nicht wirkt.

Diese Annahme an sich widerspricht keinem der mecha-

nischen Gesetze der Bewegungen, welche man aus der Anziehungskraft gefolgert. Sobald die Impulse nur schnell genug auf einander folgen, wirken sie ganz so, als ob keine Unterbrechungen zwischen ihnen lägen. So vernimmt unser Ohr einen jeden Ton, als ob er ein ununterbrochener wäre, während er nachweisbar aus einzelnen Impulsen besteht, die schnell auf einander folgen. Mit dem Lichte ist es ganz eben so: wir nehmen das Licht ununterbrochen wahr, während es nur wellenartig und momentweise wirkt. In anderer Weise kann man eine scheinbar unterbrochen wirkende Anziehungskraft eines Magneten erzeugen, wenn man diesen Magnet in geeigneter Weise durch stets unterbrochene elektrische Ströme herstellt; sobald die Magnetisirungen nur recht schnell auf einander folgen, wirkt der Magnet ganz so wie ein perpetueller. — Auch die Zuckungen, welche ein elektrischer Strom in Muskeln hervorruft, kann man in eine einzige dauernde krampfhafte Zusammenziehung verwandeln, wenn man die elektrischen Impulse nur schnell genug wiederholen läßt. — Ganz in gleicher Weise kann es auch mit der Anziehung der Massen sein. Diese Anziehung wirkt mechanisch ganz so, als ob sie eine einzige und ununterbrochene wäre, gleichwohl kann man die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, daß sie nur eine schnelle Aufeinanderfolge einzelner impulsiver Anziehungen sei, zwischen welchen einzelne Pausen liegen

Wie wenig dies allen mechanischen Erscheinungen und mathematischen Grundsätzen widerspricht, das wird wohl Jeder zugeben, wenn er erwägt, wie man bei der

Darlegung der Gesetze des Falles und der beschleunigenden Wirkung der Anziehungskraft von selber auf die Vorstellung eingeht, daß diese Kraft immer momentweise in kleinen Zeittheilchen wirkt.

So wenig diese Annahme aber die mechanischen Erscheinungen der kosmischen Bewegungen ändert, so wesentlich wird der angenommene Zustand physikalisch auf den Weltraum einwirken.

Der Aether, der den Weltraum erfüllt, ist eine höchst elastische freie Materie, welche wie jede elastische Masse jeder Einwirkung einer Kraft folgt, aber sofort wie sie zu wirken aufhört, wiederum zurückwirkt und in Schwingung geräth. Die Sonne befindet sich mitten im Welt-Aether; wirkt nun ihre Anziehungskraft impulsweise, das heißt in schnell aufeinanderfolgenden Momenten, zwischen denen immer eine Pause liegt, so wird im Moment der Anziehung stets eine Verdichtung des Aethers um die Sonne herum erfolgen; in der Pause jedoch tritt sofort die Rückwirkung, die Verdünnung ein und das eben ist nichts anderes als ein Schwingen des Aethers an der Oberfläche der Sonne in so schneller Aufeinanderfolge wie die Impulse der Anziehung, und diese Schwingung, welche der der Schallwellen ganz gleich ist, muß sich dann auch durch den ganzen Weltraum, so weit der Aether ist, fortpflanzen.

Bei einer solchen Schwingung, die sich bis zur Erde fortpflanzt, würde freilich jedes Aethertheilchen nur eine ganz bestimmte geradlinige Bewegung machen, und zwar eine kleine Bewegung zur Seite hin und wieder

zurück. So einfach ist aber der Zustand nicht und kann er auch nicht sein, denn die Sonne steht nicht still im Aether, sondern macht zwei Bewegungen durch denselben. Sie geht durch den Weltraum mit einer Geschwindigkeit von etwa 7 Meilen in der Sekunde und sie dreht sich dabei um ihre Achse, so daß sich ein Punkt auf dem Aequator der Sonne in jeder Sekunde etwa eine Viertelmeile bewegt, während nach den Polen hin diese Bewegung eine immer geringere wird.

Nun aber ist es durch die astronomisch festgestellte Erscheinung der Aberration zweifellos, daß der Aether im Weltraume nicht an den Bewegungen der Himmelskörper Theil nimmt, sondern an seiner Stelle verharrt, während die Himmelskörper sich im Aether fortbewegen. Dies jedoch muß zur Folge haben, daß, wie die Sonne sich durch den Aether bewegt und momentweise den Aether anzieht und wieder losläßt, eine zweite Schwingung entsteht, und zwar eine Schwingung, in welcher jedes Aethertheilchen den Weg der Sonnenbahn mitmacht und wieder zurückspringt, also eine Schwingung, welche senkrecht zur obenerwähnten stattfindet.

Beachtet man aber noch die Rotations-Bewegung der Sonne dazu und erwägt man, daß die Bewegung der Sonne nach der Himmelsgegend, wo wir das Sternbild des Herkules sehen, wiederum fast senkrecht ist auf die Richtung des Sonnen-Aequators, so ergiebt die Rotation, die gleichfalls momentweise Aethertheilchen mitnimmt und losläßt, eine dritte Schwingung der Aethertheilchen, die wiederum senkrecht zu den beiden anderen

Schwingungen steht, oder mit andern Worten: es ergiebt sich aus der Annahme einer bloß impulsartigen Anziehungskraft der Sonne auf den Aether und in Verbindung mit dem Umstand, daß die Sonne dabei zwei Bewegungen macht, die zu einander fast senkrecht stehen, daß jedes einzelne Aethertheilchen Schwingungen nach allen drei Dimensionen des Raumes machen muß, wie dies in der That die Erscheinungen der Polarisation ergeben.

Wenn aber die Sonne vermöge ihrer Anziehungskraft den das Weltall erfüllenden Aether in Schwingungen nach allen drei Dimensionen versetzen kann, so ist sie auch die Grundursache aller physikalischen Vorgänge. Die Wärme, das Licht, die Elektrizität, die chemischen Verbindungen, die mechanischen Bewegungen, all diese Erscheinungen sind entweder bestimmte Arten von Aetherschwingungen oder werden durch solche hervorgerufen. Die Ursache aller physikalischen und chemischen Vorgänge muß demnach dieselbe sein, wie die Ursache der Aetherschwingungen. Die Anziehung der Sonne ist der Grundquell aller irdischen Kräfte, wie sie die Ursache aller Bewegungen der zum Sonnensystem vereinten Himmelskörper bildet.

XXIX. Schlußbetrachtung.

Wir haben uns mit unserem Versuche, alle verschiedenen Kräfte, die als Modifikationen Einer Kraft auf-

gefaßt werden müssen, auf die Anziehungskraft der Sonne zurückzuführen, weit hinaus in das Gebiet der Vermuthungen gewagt, und die durch die Naturforschung sicher gestellten Thatsachen weit hinter uns zurückgelassen. Kehren wir nun in unserer Schlußbetrachtung wieder zurück zu dem sicher Ermittelten, so gewährt uns ein Ueberblick über die wichtigsten in unserem Thema behandelten Thatsachen die freudige Zuversicht, daß der forschende Menschengeist sich immer mehr und mehr dem Ziele der wahren Erkenntniß von dem Wesen der Naturerscheinungen nähert und immer sicherer die verwickelten Vorgänge auf ihre einfachen unwandelbaren Gesetze und Ursachen zurückführen lernt.

Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, das wir den Lesern in den ersten Artikeln vorgeführt haben, gehört zu den größten Errungenschaften der Neuzeit. Von allen Seiten hat die Wissenschaft Thatsachen herbeigebracht, um dieses große Prinzip zu beweisen, daß keine Kraft in der Natur verloren geht, daß das Weltall mit einer bestimmten Summe von Kraft ausgerüstet ist und daß diese Summe weder vermehrt noch vermindert werden kann. Wie der Stoff ist auch die Kraft ewig und unzerstörbar. Wo dem kurzsichtigen Beobachter Kraft zu verschwinden scheint, da hat die tiefer blickende Forschung lediglich eine Umwandlung einer für unsere Sinne wahrnehmbaren in eine für uns weniger merkbare Kraft nachgewiesen. Wo neue Kräfte zu entstehen scheinen, da sind wiederum nur verborgene Kräfte durch Einwirkung einer andern unscheinbaren Kraft wachgerufen worden.

Auch das größte Räthsel der Natur, das Leben der Pflanzen, Thiere und Menschen, findet seine Lösung in diesem Gesetze von der Erhaltung der Kraft. Die Leistungen des lebenden Organismus sind nur Umwandlungen anderer vorhandener Kräfte, keine neu entstehenden und keine mit der Leistung vergehenden. Selbst wenn aus dem leblosen Samen die Pflanze, wenn aus dem unbelebten Ei das Thier sich entwickelt, entstehen keine neuen Kräfte, die vorher nicht existirten und nun als Lebenskraft sich in Bewegungen und Wärme äußern. Auch für diese räthselhaftesten Vorgänge ist es unumstößlich sicher bewiesen, daß bereits vorhandene Kräfte in Form von Wärme und Nahrung hinzutreten müssen, um sich in den Keimen in Lebenserscheinungen umzusetzen. Die Entwickelung der Organismen ist wie ihre spätere Leistungsfähigkeit nur ein Umsetzen und Verwandeln von bereits vorhandenen Kräften. Wenn auch die Wissenschaft bisher nicht im Stande gewesen, das Maß der von einem lebenden Wesen als Arbeit und Wärme geäußerten Kraft genau aus der Kraftmenge zu berechnen, welche es in der Nahrung, im eingeathmeten Sauerstoff und in der von außen empfangenen Wärme in sich aufgenommen, so liegt dies nur in der bisherigen unvollkommenen Methode dieser Berechnungen. Daß aber eine solche Uebereinstimmung vorhanden ist, haben wir in früheren Artikeln ausführlich nachgewiesen.

Die Kräfte, welche die keimende, wachsende und reifende Pflanze in sich aufnimmt und in sich aufspeichert, um später als Nahrung für das Thier diesem die

Kraft zur Bewegung zu geben, diese Kräfte kommen mit den wärmenden und chemischen Strahlen von der Sonne. Die Sonne ist es, welche uns täglich einen ungeheuren Kraftvorrath herniedersendet, der hier die verschiedensten und wunderlichsten Umwandlungen erleidet, und von dem nur ein sehr geringer Theil auch die Quelle für die Thätigkeit des vernunftbegabten Menschen ist. Die Speisen, die der Mensch genießt, die in ihren losen chemischen Verbindungen die verborgenen Kräfte für die Bewegungen und geistigen Thätigkeiten enthalten, sie sind, wie wir nun wissen, nichts Anderes als verwandelte Sonnenkraft. Und wenn der stolze, geistig freie Mensch sich den tiefsinnigsten Spekulationen über das Wesen der Natur und ihren Gesetzen hingiebt, so unterliegt er auch da selbst dem allgemeinen Gesetze von der Erhaltung der Kraft. Der denkende Mensch verwandelt, wenn er neue Gedanken erfaßt, unbekannte Erscheinungen ergründet, nur einen kleinen Theil der Sonnenkraft, die er in der Pflanzennahrung genossen und in der äußern Wärme in sich aufgenommen. Die Sonne ist, wie wir dies in unsern Artikeln weiter ausgeführt, die Quelle alles Lebens.

Unterliegt denn aber die Sonne nicht demselben Gesetze der Erhaltung der Kraft?

Die allgemeinen Naturgesetze herrschen durch das ganze Weltall. Wie die Gesetze der Schwere in gleicher Weise auf der Erde, und in den fernsten Räumen der Fixsternwelt gelten, wie durch die glänzenden Untersuchungen von Bunsen und Kirchhoff, mit denen wir

die Leser bekannt gemacht, nachgewiesen, daß in der Sonne und den leuchtenden Fixsternen das Glühen der Stoffe in derselben Weise Spektral-Linien erzeugt als auf der Erde, wie das Licht der Fixsterne dieselbe Geschwindigkeit hat, als das Licht, das Foucault in seinem Studirzimmer gemessen; so hat das Gesetz von der Erhaltung der Kraft auch seine volle Geltung für die Vorgänge auf der Sonne. Wenn diese uns immerfort in ihren wärmenden, leuchtenden und chemischen Strahlen eine ganz erstaunlich große Summe von Kraft zusendet, so muß sich diese Kraft-Quelle entweder mit der Zeit erschöpfen, oder auch die Sonne schenkt uns nur veränderte Kraft, die ihr aus einer andern Quelle zugeführt wird.

Die erste Annahme haben wir bereits behandelt und die hierauf gegründeten Berechnungen, wann die Kraft der Sonne erschöpft sein und mit diesem Quell auch alles Leben auf der Erde versiegen wird, mitgetheilt.

Die zweite Annahme, daß die Sonne gleichsam wie die organischen Gebilde der Erde nur Kräfte, die ihr in einer bestimmten Form zugeführt werden, in veränderter Form als leuchtende, wärmende und chemische Strahlen in den Weltenraum und auf ihre Planeten weiter sendet, daß hier nur eine eigene Thätigkeit von Einnehmen und Ausgeben obwaltet, diese Annahme harrt noch ihrer wissenschaftlichen Begründung. Eine Kraftquelle für die Sonne ist nach Analogie von auf der Erde beobachteten Erscheinungen sehr wahrscheinlich, nämlich das Hineingerathen von kleinen Himmelskörpern in die Sonnen-

masse. Wie die als Sternschnuppen durch unsere Atmosphäre ziehenden kleinsten Himmelskörper nicht selten zur Erde fallen, so stürzen sicherlich viel umfangreiche Himmelsbewohner in die so viel größere Sonnenmasse, der viel mächtigern Anziehungskraft derselben folgend. Die Kraft aber, welche den in die Sonne stürzenden Himmelskörper bewegte, kann nicht verloren gehen, wenn die Bewegung aufhört; sie wird vielmehr in andere Kräfte umgewandelt, welche dann als Aetherschwingungen in den Weltraum ausstrahlen. Ob aber ein solches Hineinstürzen bewegter Himmelskörper in die Sonne wirklich stattfindet, ist bisher nicht nachgewiesen und ist auch mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln der Forschung nicht zu ermitteln. Noch weniger wäre jetzt schon die Berechnung ausführbar, wie viel Stoff die Sonne täglich aufnimmt, um ihre Gesammtausgabe zu decken.

Doch selbst wenn die immer weiter fortschreitende Wissenschaft in später Zukunft den Beweis wirklich bringt, daß die Sonne, die Quelle alles Lebens auf der Erde, die Kräfte, die sie uns sendet, ihrerseits wieder aus einer eigenen Quelle bezieht, und ihre Thätigkeit nur darin besteht, die in Form von Bewegung erhaltene Kraft in Sonnenstrahlen umzusetzen, hat sie nur neue Räthsel enthüllt, nur weitere Aufgaben der weiter strebenden Menschheit gestellt. Denn wenn die Sonne nur Bewegung von Himmelskörpern in Wärme, Licht und Chemismus umsetzt, so drängt sich dem sinnenden Menschengeist die weitere Frage auf, ob diese Bewegung ein gegebener, mit der Zeit erschöpfbarer Vorrath von Kraft

sei, oder ob sie wiederum nur die Umsetzung einer andern unbekannten Kraftquelle darstellt.

So dringt der Forschergeist immer weiter und weiter vor in der Erkenntniß der Naturgeheimnisse und ihrer Gesetze. Jede Lösung bringt neue Räthsel, jede Erkenntniß neue Aufgaben; aber dabei wird seine Einsicht immer klarer, immer mehr Erscheinungen lassen sich durch die erweiterten Gesetze begreifen, und immer gewisser wird ihm die Ueberzeugung von der Harmonie des Weltalls und der Unwandelbarkeit ihrer Wahrheiten.

Druck von Franz Duncker's Buchdruckerei in Berlin.

In demselben Verlage ist ferner erschienen:

Lewes, G. H., Goethe's Leben und Schriften.
Deutsch von Dr. J. Frese. Klassiker-Ausgabe. 7. Aufl. 2 Bde. Eleg. geh. 2 Thlr. Eleg. geb. 2 Thlr. 10 Sgr. Oktav-Ausg. 5. Aufl. 2 Bde. Eleg. geh. 4 Thlr.

Palleske, Emil, Schiller's Leben und Werke.
Klassiker-Ausgabe. 4. Aufl. 2 Bde. Eleg. geh. 2 Thlr. Eleg. geb. 2 Thlr. 10 Sgr. — Oktav-Ausgabe. 2 Bde. Eleg. geh. 4 Thlr.

Strodtmann, Adolf, Heine's Leben und Werke.
2 Bde. gr. 8. Eleg. geh. 4 Thlr.

Assing, Ludmilla, Gräfin Elise von Ahlefeld,
die Gattin Adolph's von Lützow, die Freundin Karl Immermann's. Eine Biographie. Nebst Briefen von Immermann, Möller und Henriette Paalzow. **Mit dem Bildniß Elisa's.** Eleg. geh. $1^2/_3$ Thlr.

Bülow, Eduard v., Heinrich v. Kleist's Leben und Briefe. Mit Kleist's Porträt. Elegant geheftet $1^1/_2$ Thlr.

Pröhle, Dr. H., Friedrich Ludwig Jahn's Leben.
Nebst Mittheilungen aus seinem literarischen Nachlaß. Mit einer Vignette „Jahn's Haus" und einem Facsimile seiner Handschrift. Geh. 1 Thlr.

Schlichtkrull, Aline v., Stein. Eine Biographie für's Volk.
Geh. 10 Sgr.

Humboldt's Briefe und Gespräche mit einem jungen Freunde. Aus den Jahren 1847 bis 1856
Eleg. geh. 25 Sgr. Eleg. geb. 1 Thlr.

Franz Duncker's Buchdr. in Berlin.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bernstein, Aaron,

Aus dem Reiche der Naturwissenschaft ein Buch für Jedermann aus dem Volke

Bd.: 19

Berlin 1869
Phys.g. 500 p-19/20
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11189812-8